

ข้อกำหนดประกอบแบบวิศวกรรมโครงสร้าง

สำหรับ

โครงการ BLOCK-H

เดือน ตุลาคม 2561

บริษัท ไชท์ แปดสิบสาม จำกัด



สารบัญ

หมวด 1 งานเสาเข็ม.....	5
1001 เสาเข็มเจาะระบบเปียก	5
1002 การทดสอบเสาเข็มแบบ STATIC	10
1003 การทดสอบเสาเข็มแบบ Dynamic Test	13
หมวด 2 งานแบบหล่อ.....	14
2001 ทัวไป	14
2002 การคำนวณออกแบบ	14
2003 รูปแบบ	15
2004 การก่อสร้าง.....	15
2005 วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ.....	17
2006 การตั้งผิวคอนกรีต.....	18
2007 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย.....	18
2008 งานนั่งร้าน	18
หมวด 3 เหล็กเสริมคอนกรีต.....	19
3001 ทัวไป	19
3002 วัสดุ.....	19
3003 การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต	19
3004 วิธีการก่อสร้าง.....	19
3005 การต่อเหล็กเสริม.....	20
3006 คุณสมบัติของเหล็กเสริม	21
หมวด 4 คอนกรีต	22
4001 ทัวไป	22



4002	วัสดุ.....	22
4003	คุณสมบัติของคอนกรีต.....	23
4004	การคำนวณการออกแบบส่วนผสม.....	24
4005	การผสมคอนกรีต.....	24
4006	การผสมต่อ.....	25
4007	การเตรียมการเทคอนกรีตในอากาศร้อน.....	25
4008	รอยต่อและสิ่งกีดขวางในคอนกรีต.....	26
4009	การซ่อมผิวที่ชำรุด.....	27
4010	การบ่มและการป้องกัน.....	28
4011	การทดสอบ.....	28
4012	การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด.....	29
หมวด 5 เหล็กรูปพรรณ.....		30
5001	ทั่วไป.....	30
5002	วัสดุ.....	30
5003	การรองรับวัสดุ.....	30
5004	การต่อ.....	30
5005	รูและช่องเปิด.....	30
5006	การประกอบและยึดติดตั้ง.....	30
5007	งานสลักเกลียว.....	31
5008	การต่อและประกอบในสนาม.....	31
5009	การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน.....	32
หมวด 6 การขุด ถม บดอัด และแต่งระดับลาดเอียง.....		33
6001	ทั่วไป.....	33
6002	ขอบเขตของงาน.....	33

6003	ฝีมือการทำงาน	33
6004	การป้องกัน.....	33
6005	การขุดดิน	33
6006	การถมดิน และการกลับเกลี่ยดิน	34
6007	การถมด้วยดิน กรวด หรือทราย	34
หมวด 7 งานพื้นคอนกรีตอัดแรง		35
7001	ทั่วไป.....	35
7002	วัสดุ.....	35
7003	ระบบอัดแรง.....	37
7004	การก่อสร้าง.....	37
หมวด 8 ระบบกันซึม (WATERPROOF SYSTEM)		40
8001	ขอบเขตของงาน.....	40
8002	ข้อกำหนดทั่วไป.....	40
8003	วัสดุ.....	40
8004	วิธีการดำเนินงาน.....	43



หมวด 1 งานเสาเข็ม

1001 เสาเข็มเจาะระบบเปียก

ก. ความยาวเสาเข็มเจาะ

หากในแบบแปลนไม่ได้กำหนดความยาวของเสาเข็มไว้ ผู้รับจ้างต้องพิจารณากำหนดความยาวของเสาเข็มเจาะตามรายงานผลการเจาะสำรวจดิน โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มเจาะ และการทรุดตัวของชั้นดิน ในอันที่จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับโครงสร้าง โดยการกำหนดความยาวของเสาเข็มเจาะให้กำหนดความลึกปลายเสาเข็ม (Pile Tip) จากระดับดินเดิมขณะที่ทำการเจาะสำรวจดิน โดยให้แนบรายการคำนวณการรับน้ำหนักของเสาเข็ม การเสริมเหล็กยื่นและการเสริมเหล็กปลอก แล้วแจ้งให้วิศวกรผู้ออกแบบพิจารณาก่อนดำเนินการก่อสร้าง

ข. ข้อกำหนดทั่วไป

1. เสาเข็มเจาะจะต้องเป็นระบบ Wet Process โดยมี Bentonite Slurry เป็นตัวป้องกันหลุมพังทลาย
2. ระดับความลึกปลายเสาเข็มเจาะ ขึ้นอยู่กับผลการทดสอบดิน
3. ระหว่างที่มีการเจาะดินขึ้นมา ให้เก็บบันทึกชนิดดินแต่ละชั้นตามความลึกที่เปลี่ยนแปลง เพื่อใช้ตรวจสอบและเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของชั้นดิน การวัดความลึกให้ใช้ลูกตุ้มถ่วงเทปวัดระยะ = L1 และจะต้อง Recirculate สารละลาย เพื่อกำจัดตะกอนก้นหลุมให้สะอาด
4. เมื่อรูเจาะได้รับการตรวจสอบจนแน่ใจแล้ว ให้ใส่โครงเหล็กเสริมซึ่งประกอบเป็นโครงไว้แล้ว ในกรณีที่โครงเหล็กเสริมมีความยาวมากกว่าที่จะใช้เครื่องจักรยกได้ ให้ต่อเหล็กได้โดยการเชื่อมต่อที่ปากหลุม
5. เมื่อวางเหล็กเสริมถูกต้องตามแบบและรายการ ก่อนทำการเทคอนกรีตจะต้องวัดความลึกอีกครั้งหนึ่ง = L2 ทั้งนี้ค่า L2 จะต้องมีความยาวหรือเท่ากับ L1 ถ้า L2 น้อยกว่า L1 จะต้องดำเนินการ Recirculate สารละลาย เพื่อกำจัดตะกอนก้นหลุมให้สะอาด อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงให้ทำการเทคอนกรีตได้
6. การเจาะเสาเข็มต้นถัดจากเสาเข็มที่ได้เทคอนกรีตเสร็จยังไม่ถึง 24 ชม. นั้น จะทำได้เมื่อเสาเข็มที่จะเจาะนั้นจะต้องห่างออกไปไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มโดยวัดจากศูนย์กลางศูนย์กลางเสาเข็ม
7. ผู้รับจ้างจะต้องหามาตรการการป้องกันการเสียหายอันอาจเกิดจากการทำเสาเข็มต่ออาคารและสิ่งปลูกสร้างทุกชนิด และจะต้องส่งมาตรการเหล่านั้นพร้อมทั้งลำดับการเสาเข็ม มาให้ผู้ควบคุมงานพิจารณา ก่อน หากปรากฏว่าเกิดการเสียหายดังกล่าวขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น
8. ถ้าพบสิ่งกีดขวางในขณะที่ทำเสาเข็มเจาะ เช่น ฐานรากเดิมหรือเสาเข็มเดิม ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้วิศวกรผู้ออกแบบทราบทันที และปรึกษาหาวิธีแก้ไขปัญหานั้น
9. ในกรณีที่เจาะเสาเข็มได้ระดับแล้ว จะต้องเทคอนกรีตเสาเข็มต้นนั้นๆ ให้เสร็จสิ้นภายในวันนั้น จะทิ้งข้ามวันไม่ได้เป็นอันขาด ยกเว้นในกรณีเดียว คือยังเจาะไม่ถึงระดับ และสามารถพิสูจน์ได้ว่ารูเจาะที่เจาะค้างไว้ไม่เกิดการพังทลาย
10. ผู้รับจ้างจะต้องสำรวจทำแนว กำหนดตำแหน่งเสาเข็ม และทำระดับเข็มทั้งหมด และเมื่อได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรที่ปรึกษาแล้ว จึงจะดำเนินการทำเสาเข็มได้

11. เมื่องานเสาเข็มเจาะเสร็จแล้ว ผู้รับจ้างต้องทำ As-Built Drawing แสดงตำแหน่งจริงของเสาเข็ม พร้อมทั้งรายละเอียดอื่นที่จำเป็นส่งให้วิศวกรที่ปรึกษา
 12. เสาเข็มชำรุด เสาเข็มเจาะจะถือว่าชำรุดเมื่อ
 - ท่อ Tremie Pipe หลุดออกจากคอนกรีตที่เทแล้วในหลุมเจาะ
 - กำลังอัดของแท่งคอนกรีต ไม่ได้ตามที่กำหนด
 - ความคลาดเคลื่อนของเสาเข็มเจาะเกินกว่าที่กำหนด
 - กำลังของแท่งคอนกรีตที่เจาะเอ้าขึ้นมาจากเสาเข็มต่ำกว่าที่กำหนด และวิศวกรผู้ออกแบบ เห็นว่าเป็นอันตรายต่อโครงสร้าง
 - ความยาวเสาเข็มเจาะไม่ได้ตามที่ระบุ
 - จากการพิสูจน์ได้ว่า เสาเข็มเจาะอยู่ในสภาพที่ชำรุดอันเนื่องจากการเจาะ การเทคอนกรีต หรือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าที่ระบุในแบบ หรือมีสิ่งสกปรก เช่น ดินพังเข้ามาอยู่ในเนื้อคอนกรีต หรือคอนกรีตมีการแยกแยะ ในกรณีข้างต้น ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบ ค่าใช้จ่ายต่างๆ เพื่อแก้ไขซ่อมแซม หรือทำใหม่ เพื่อให้ได้เสาเข็มที่สมบูรณ์ตามความต้องการ
 - การแก้ไข ซ่อมแซมเสาเข็มที่ชำรุด ผู้รับจ้างต้องเสนอวิธีการแก้ไขซ่อมแซม มาให้วิศวกรที่ปรึกษา พิจารณาเห็นชอบเสียก่อนถึงจะดำเนินการได้
- ค. วิธีการทำเสาเข็มเจาะระบบ Wet Process โดยมี Bentonite Slurry เป็นตัวป้องกันหลุมพังทลาย
1. ให้ใส่ปลอกเหล็ก (Steel Casing) เพื่อป้องกันดินส่วนบนพัง ยาวไม่น้อยกว่า 14.00 ม. และปลายปลอกเหล็กจะต้องลึกเลยชั้น Soft Clay ในช่วงความยาวภายในปลอกเหล็กนี้ จะขุดโดยไม่เติม Drilling Liquid ในหลุมก็ได้ เนื่องจากมีปลอกเหล็กป้องกันดินพังติดตั้งอยู่แล้ว เมื่อขุดเลยระดับใต้ปลอกเหล็กถ้ามีน้ำไหลเข้ามาในปลอกจะต้องไล่ Liquid โดยใช้ Bentonite เพื่อทำหน้าที่ต้านแรงดันภายในหลุมที่จะทำให้เกิดการพังทลายได้
 2. เมื่อทำการเจาะจนถึงระดับที่ต้องการแล้ว ก่อนการติดตั้งเหล็กเสริมจะต้องตรวจสอบความตั้งและการพังทลายของหลุมเจาะ (drilling monitor test) ด้วยวิธีหรือเครื่องมือที่เหมาะสม ทุกต้น หากทราบว่ามีอาการพังทลายเกิดขึ้น จะต้องชักโครงเหล็กขึ้นมาทำการแก้ไขให้เรียบร้อย จึงลงโครงเหล็กเสริมใหม่
 3. เมื่อวางโครงเหล็กเสริม และตรวจสอบกันรูเจาะเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเทคอนกรีตได้ Bentonite Slurry โดยใช้ท่อ Tremie Pipe ที่มีขนาดพอเหมาะใส่ลงไป ในหลุมเข็มเจาะจนเกือบถึงก้นหลุม โดยให้ปลายท่อห่างก้นหลุมเพียงเล็กน้อย โดยมี Plug อยู่ในท่อ ลอยอยู่บนเนื้อ Slurry วัสดุ Plug อาจใช้ลูกบอลยาง โฟม หรือสารชนิดอื่นๆ ที่วิศวกรที่ปรึกษาเห็นชอบแล้ว Tremie Pipe จะต้องฝังอยู่ในคอนกรีตประมาณ 2.00 ม. ซึ่งอาจน้อยกว่าได้ตามสภาพความเหมาะสม แต่ในขณะที่ตัดต่อ Tremie Pipe ท่อต้องจมอยู่ในเนื้อคอนกรีตประมาณ 3.0-5.0 ม. ขณะเทคอนกรีตต้องเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณคอนกรีตที่เท นำมาเทียบกับปริมาณตามแบบ ไว้ทุกระยะการเท ในขณะที่เทคอนกรีตท่อ Tremie Pipe จะหลุดจากคอนกรีตที่เทแล้วไม่ได้
 4. ให้หล่อคอนกรีตหัวเสาเข็ม สูงกว่าระดับที่ต้องการประมาณ 1.20 – 1.50 ม.
 5. เมื่อเทคอนกรีตจนได้ระดับหนึ่งแล้ว จึงทำการถอนปลอกเหล็กขึ้นได้



6. หากวิธีการเจาะหรือตรวจสอบใดๆ ที่มีได้กล่าวไว้แล้วก็ตาม หากระหว่างการทำงานผู้รับจ้างเห็นว่าควรจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมใดๆ เพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิศวกรที่ปรึกษา เพื่อให้ความเห็นชอบก่อนทุกครั้ง
7. Bentonite Slurry
 - Bentonite ที่จะใช้ต้องเสนอรายละเอียดต่างๆ ให้วิศวกรผู้ที่ปรึกษาเป็นผู้พิจารณาและอนุมัติก่อนใช้
 - PH ไม่ต่ำกว่า 7 ทดสอบโดยวิธีการ Ph indicator peper strips
 - Density อยู่ระหว่าง 1.05 - 1.2 ตัน / ลบ.ม. และปริมาณที่ใช้ผสม 2-6% โดยน้ำหนัก
 - Viscosity อยู่ระหว่าง 30-90 Sec. (Marsh Cone test)
 - Sand Content ไม่เกิน 6% ทดสอบโดย No.200 Sieve H.S.Mesh
 - ค่าเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรที่ปรึกษา ในกรณีที่วิศวกรที่ปรึกษา มีความเห็นว่า Bentonite Slurry นั้นสกปรก หรือมีคุณสมบัติต่างๆ ไม่เหมาะสมที่จะใช้งานต่อไปแล้ว วิศวกรที่ปรึกษามีสิทธิ์ที่จะห้ามใช้ Bentonite Slurry นั้นได้
 - ผู้รับจ้างจะต้องทดสอบคุณสมบัติเหล่านี้ จาก Bentonite slurry ในหลุมจริงด้วย
 - ระดับของ Bentonite slurry ในขณะเจาะจะต้องไม่ต่ำกว่า 2.00 ม. จากระดับปากปลอกเหล็ก

ง. ข้อกำหนดของคอนกรีต

หากในแบบไม่ได้กำหนดคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น

1. ให้ใช้อัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่มีกำลังอัดประลัย ที่อายุ 28 วัน ไม่น้อยกว่า 280 กก./ตร.ซม. (ทดสอบโดยแท่งลูกบาศก์ขนาด 15 x 15 x 15 ซม.) หรือไม่น้อยกว่า 240 กก./ตร.ซม. (ทดสอบโดยแท่งทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม.)
2. ผู้ว่าจ้างจะมีสิทธิ์ที่จะให้ใช้น้ำยาผสมคอนกรีต เพื่อหน่วงการแข็งตัวของคอนกรีต (Retarder) ได้ในกรณีจำเป็น เพื่อควบคุมคุณภาพคอนกรีตไม่ให้เสื่อมคุณภาพ ในขณะที่คอนกรีตที่ใช้งานเสาะเข็มเจาะต้องมีเวลาการก่อตัว (Setting time) ไม่น้อยกว่า 2 ชม. และต้องเหมาะสมกับระยะเวลาการเทคอนกรีต
3. ผู้รับจ้างงานเสาะเข็มเจาะ ต้องเสนอ Mixed Design ให้วิศวกรที่ปรึกษาพิจารณาอนุมัติการเสนอ Mixed Design จะต้องส่งผลการทดสอบกำลังอัดมาด้วย อย่างไรก็ตามความรับผิดชอบในเรื่องคุณภาพ คุณสมบัติของคอนกรีตที่เที่ยงคงอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
4. การเก็บตัวอย่างแท่งคอนกรีตของเสาะเข็มแต่ละต้น เก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ชุดๆ ละ 3 แท่ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บตัวอย่าง การทดสอบ ผู้รับจ้างจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด โดยการทดสอบให้ทำการทดสอบที่ 7 วัน 14 วัน และ 28 วันในแต่ละชุดตัวอย่าง ทดสอบโดยหน่วยงานที่เชื่อถือได้ และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน

- จ. ข้อกำหนดสำหรับเหล็กเสริมเสาเข็มเจาะ
หากในแบบไม่ได้กำหนดคุณสมบัติไว้เป็นอย่างอื่น
1. เหล็กเสริมขนาดตั้งแต่ 12 มม. ขึ้นไป ให้ใช้เหล็กข้ออ้อย SD40 ตามมาตรฐาน มอก. 24-2548 ส่วนเหล็กเสริมขนาดตั้งแต่ 9 มม. ลงมา ให้ใช้เหล็กกลม SR24 ตามมาตรฐาน มอก. 20-2543
 2. การเสริมเหล็กในเสาเข็ม
 - เหล็กยื่นของเสาเข็มจะต้องฝังในฐานรากไม่น้อยกว่า 0.80 ม.
 - เหล็กยื่นของเสาเข็มต้นที่ใช้เป็นเข็มสมอ (Anchorage Pile) ในการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ผู้รับจ้างจะต้องเสริมเหล็กรับแรงดึงอย่างเพียงพอ โดยจะต้องเสนอรายละเอียดต่อผู้ควบคุมงานพิจารณาเห็นชอบก่อนการก่อสร้าง
 - โครงเหล็กเสริมจะต้องประกอบเป็นโครงให้แข็งแรง โดยมีเหล็กยึดไม่ให้โครงเหล็กบิดเบี้ยว การวางโครงเหล็กลงในหลุมเจาะจะต้องอยู่ในแนวตั้ง และจะต้องให้มีระยะหุ้ม (Covering) ไม่น้อยกว่า 10 ซม.
- ฉ. ระเบียบเสาเข็มเจาะ
- ในการทำเสาเข็มเจาะแต่ละต้น ให้จัดทำระเบียบเสาเข็มเจาะส่งให้วิศวกรที่ปรึกษา ภายหลังจากที่ได้ทำการเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะแต่ละต้น ภายใน 48 ชม. และจะต้องบันทึกข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้
1. วัน เดือน ปี ที่ทำการเจาะและเทคอนกรีตเสาเข็ม ให้ระบุช่วงเวลาทำการเจาะและเทคอนกรีต
 2. หมายเลขกำกับตำแหน่งเสาเข็มเจาะ
 3. หมายเลขประจำตัวเครื่องเจาะ
 4. ระดับดินเดิมก่อนเริ่มทำการเจาะ
 5. ระดับปลายเสาเข็ม
 6. ระดับหัวเสาเข็ม
 7. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวเสาเข็มเจาะ
 8. แสดงระดับน้ำใต้ดิน และรายละเอียดของชั้นดิน
 9. ความคลาดเคลื่อนที่ระดับเสาหัวเข็มจากตำแหน่งที่ถูกต้อง
 10. รายละเอียดอุปกรณ์ และความล่าช้าตลอดจนปรากฏการณ์ใดๆ ที่ผิดปกติระหว่างทำงาน
 11. รายละเอียดปริมาณคอนกรีตทุกระยะการเท เทียบกับปริมาณตามแบบ
 12. รายละเอียดเหล็กเสริมเสาเข็มเจาะ
 13. ลักษณะอากาศ
 14. ข้อมูลอื่นๆ ที่จำเป็น หรือที่วิศวกรที่ปรึกษากำหนด
- ช. การตรวจความสมบูรณ์ของเสาเข็ม
1. ผู้รับจ้างจะต้องทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะทุกต้น โดยวิธี Pile Integrity Test หรือวิธีอื่นที่วิศวกรกำหนดให้ การทดสอบและการวิเคราะห์ผลการทดสอบว่าเสาเข็มอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่ จะต้องกระทำโดยผู้ชำนาญการเรื่องนี้โดยเฉพาะ โดยบุคคลที่ 3 ที่เชื่อถือได้
 2. ให้ทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะต้นที่นำมาใช้เป็นเสาเข็มสมอซ้ำอีกครั้ง หลังจากทดสอบน้ำหนักบรรทุกทุกของเสาเข็มเจาะเสร็จแล้ว เพื่อตรวจสอบว่าเสาเข็มเจาะยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์หรือไม่

3. การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะจะต้องทำโดยบริษัทหรือห้างฯ ที่มีความชำนาญการในเรื่องนี้โดยเฉพาะ บุคคลที่ 3 ที่เชื่อถือได้ และต้องลงนามรับรองและสรุปผลในรายงานโดยวิศวกร
 4. หากผลการทดสอบพบว่าเสาเข็มต้นใดมีข้อบกพร่อง เช่น มีชั้นทรายคั่น ส่วนหนึ่งส่วนใดเป็นโพรง เป็นรอยร้าว คอนกรีตมีกำลังต่ำ เสาเข็มมีความยาวน้อยกว่ากำหนด หรือบางส่วนเป็นคอคอด เป็นต้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอวิธีการแก้ไข เช่น เสริมเสาเข็มเจาะ ขยายฐานราก เป็นต้น ทั้งนี้ เพื่อให้โครงสร้างเสถียรแข็งแรง ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น
- ช. การแก้ไขซ่อมแซมเสาเข็มชำรุด
- วิธีการแก้ไข หรือซ่อมแซมเสาเข็มที่ชำรุด ให้ผู้รับจ้างซึ่งรับผิดชอบต่อความเสียหายของเสาเข็มเจาะ เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายต่างๆ ทั้งหมด โดยผู้รับจ้างเสนอวิธีการแก้ไข ซ่อมแซม มาให้วิศวกรผู้ออกแบบเป็นผู้พิจารณาอนุมัติ
- ฉ. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ
1. ความคลาดเคลื่อนของเสาเข็มในแนวตั้ง : 1 : 50
 2. ความคลาดเคลื่อนจากมุมตามกำหนดของ Batter Pile : 1 : 25
 3. ระดับตัดของหัวเสาเข็ม : คลาดเคลื่อนจากระดับตามกำหนดไม่มากกว่า 100 มม.
 4. ระยะผิดศูนย์ต้องไม่เกินค่าดังนี้
 - 100 มม. สำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1.00 ม.
 - 0.1 x เส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม สำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.00 - 1.50 ม.
 - 150 มม. สำหรับเสาเข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1.50 ม.
 5. หากเสาเข็มต้นใดออกนอกศูนย์และแนวตั้งเกินกว่าข้อกำหนดช่วงต้นนี้ โดยวัดขนานกับแกน COORDINATE ทั้งสองแกน จะต้องให้วิศวกรผู้ออกแบบเป็นผู้วินิจฉัยเสาเข็มต้นนั้นทันที



1002 การทดสอบเสาเข็มแบบ STATIC

- ก. ขอบเขตของงาน
การทดสอบเสาเข็มคอนกรีตเพื่อหาน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยโดย STATIC METHOD
- ข. มาตรฐานอ้างอิง
ASTM D1143-Testing Piles Under Static Axial Compressive Load
- ค. การส่งเพื่อพิจารณา
วิธีการทดสอบ : ให้ระบุเครื่องมือ อุปกรณ์ วิธี และเกณฑ์กำหนดต่าง ๆ ในการทดสอบเสาเข็ม
รายงานผลทดสอบ
ให้ส่งรายงานผลทดสอบเสาเข็มที่มีรายละเอียดอย่างน้อยที่สุดดังต่อไปนี้
1. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการทรุดตัวและเวลา
 2. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลา
 3. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการทรุดตัว
 4. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการดันตัวและเวลา
 5. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและการดันตัว
- ง. วัสดุ
อุปกรณ์ในการทดสอบเสาเข็ม
อุปกรณ์ต่าง ๆ ในการรองรับน้ำหนัก แม่แรง มาตรฐานต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนดของ
มาตรฐาน ASTM D1143
- จ. วิธีการก่อสร้าง
1. การตรวจสอบ
ก่อนการทดสอบเสาเข็ม ให้ตรวจสอบสถานที่ที่จะทดสอบเสาเข็ม สามารถรับน้ำหนักที่ใช้ใน
การทดสอบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้
 2. การเตรียมการ
ให้เตรียมพื้นที่โดยรอบเสาเข็มทดสอบ ให้พื้นที่มีความมั่นคงไม่ทรุดตัว
 3. การทดสอบเสาเข็ม
 - ให้ทำการทดสอบเสาเข็มแบบ STATIC ในแต่ละอาคาร จำนวน 1 แห่ง ตามตำแหน่งที่จะระบุใน
ภายหลัง
 - ให้ทดสอบเสาเข็มโดยใช้น้ำหนักบรรทุก 2.5 เท่า ของ Design Load
- ฉ. Accept permanant set ภายหลังจากทดสอบ : 6 มม.
- ช. วิธีการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม
การทดสอบให้กระทำเป็น 2 ชั้น
ชั้นแรก ให้บรรทุกน้ำหนักถึงค่าที่คำนวณไว้แล้วลดลงเหลือศูนย์
ชั้นที่สอง ให้บรรทุกน้ำหนักใหม่จากศูนย์จนถึง 2.5 เท่าของน้ำหนักบรรทุก ดังรายละเอียดทดลองต่อไปนี้
1. ในชุดแรกให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นจำนวนหนึ่งเท่าที่ออกแบบไว้ โดยให้เพิ่ม น้ำหนักเป็นชั้น ๆ ดังนี้
25%, 50%, 75%, 100%

2. ในแต่ละชั้นของน้ำหนักที่เพิ่มให้ใช้อัตราการเพิ่มประมาณ 1 มม. ต่อนาที อ่านค่า ทดวัดตัวของเสาเข็มที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 240 นาที และทุก ๆ 2 ชั่วโมง
3. การเพิ่มน้ำหนักแต่ละชั้นกระทำได้อัตราการทรุดตัวลดลงถึง 0.30 มม.ต่อชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักในชั้นนั้น ๆ ไม่น้อยกว่า 60 นาที
4. ที่น้ำหนัก 100% ต้องรักษาน้ำหนักทดลองไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
5. ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 50%, 25%, 0%
6. บันทึกค่าคืนตัว (Rebound) ของเสาเข็มในข้อ 6. ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 45 และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้บันทึกต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าของการคืนตัวคงที่
7. ชุดสองให้เพิ่มน้ำหนักทดสอบให้เป็นจำนวน 2 เท่าที่ออกแบบไว้ โดยให้เพิ่มน้ำหนักเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175%, 200%, 225% และ 250%
8. อ่านค่าทรุดตัวของเสาเข็มที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 นาที และทุก ๆ 2 ชั่วโมง
9. การเพิ่มน้ำหนักแต่ละชั้นกระทำได้อัตราการทรุดตัวลดลงถึง 0.30 มม.ต่อชั่วโมง แต่ต้องมีเวลาของการบรรทุกน้ำหนักไม่น้อยกว่า 60 นาที
10. ที่น้ำหนัก 250% ต้องรักษาน้ำหนักทดลองไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
11. ให้ลดน้ำหนักทดสอบทุก ๆ ชั่วโมง และเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 150%, 100%, 50% และ 0%
12. บันทึกค่าคืนตัวของเสาเข็มในข้อ 12. ที่ 1, 2, 4, 8, 15, 30, และ 60 นาที แต่ที่น้ำหนัก 0% ให้อ่านต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนกระทั่งค่าคืนตัวคงที่
13. การทดสอบซ้ำ ถ้าหากว่าผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ และผู้ว่าจ้างต้องการให้ทำซ้ำ (โดยใช้เสาเข็ม Test และ Anchor pile ชุดเดิม) ทางผู้รับจ้างจะต้องทำให้โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม
14. หลังจากทำการทดสอบชุดสองเสร็จแล้ว ให้ทำการทดสอบชุดสามจนเข็ม
15. ประลัยโดยใช้วิธีเพิ่มน้ำหนัก และการอ่านค่าเหมือนกับชุดที่สอง ในกรณีทำการทดสอบนอกผัง

ซ. การรายงาน

หลังจากทำการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักได้เสร็จสิ้นแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบเสาเข็มนั้น จำนวน 5 ชุด ต่อผู้ว่าจ้าง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รายละเอียดของเสาเข็ม และระเบียบการเจาะและหล่อเสาเข็มซึ่งรวมถึงจำนวนครั้งที่ตุ้มตอก ต่อชุดตลอดความยาวเสาเข็ม และระยะที่เสาเข็มจมลงในการตอก 10 ครั้ง สามชุดสุดท้าย
2. ตารางแสดงค่าน้ำหนักบรรทุกและการทรุดตัว ที่อ่านได้ในระหว่างการบรรทุกและการลดน้ำหนักที่กระทำบนเสาเข็ม
3. กราฟแสดงผลการทดลองในรูปของเวลา-น้ำหนักบรรทุก-การทรุดตัว
4. หมายเหตุเกี่ยวกับสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักของเสาเข็ม
5. รายงานผลการทดสอบเสาเข็ม จะต้องได้รับการลงนามรับรองโดยวิศวกรของผู้รับจ้าง

ฉ. การยกเลิกการทดสอบเสาเข็ม

ในกรณีที่การทดสอบเสาเข็มจำเป็นต้องหยุดชะงักด้วยเหตุผลดังนี้

1. แม่แรงหรือมาตรวัดชำรุด
2. การยึดกับเสาเข็มสมอไม่เพียงพอหรือไม่มั่นคงพอ

3. หัวเสาเข็มร้าวหรือชำรุด หรือเสียหาย
4. การตั้งระดับพื้นฐานไม่ถูกต้องหรือมีการกระทบกระเทือนต่อระดับและมาตรวัดให้ยกเลิกการทดสอบ และ ผลการทดสอบนั้น ๆ เสีย และดำเนินการทดสอบการบรรทุกน้ำหนักอีกชุดหนึ่ง ตามคำแนะนำของวิศวกรหรือผู้แทนผู้ว่าจ้าง โดยผู้รับเหมาจะต้องออกค่าใช้จ่ายในการนี้เองทั้งสิ้น

ญ. ความประลัยของเสาเข็ม

1. เสาเข็มจะถือว่าประลัยเมื่อเกิดกรณีใดกรณีหนึ่งดังต่อไปนี้
 - ส่วนหนึ่งส่วนใดของเสาเข็มโก่ง แตก หรือบิดเบี้ยวจากรูปเดิม หรือแนวหรือตำแหน่งเดิม
 - ระยะทรุดตัวสูงสุดที่หัวเสาเข็มเกิน 12 มิลลิเมตร เมื่อรับน้ำหนัก 2.5 เท่า ของน้ำหนัก บรรทุกใช้งานเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือระยะทรุดคงตัว หลังจากการคืบตัวเมื่อลดน้ำหนักบรรทุกออกหมดแล้วมีค่าเกิน 6 มิลลิเมตร
 - เมื่อมีการกระทบกระเทือนต่อระดับ มาตรวัด หรือระดับพื้นฐาน
2. เสาเข็มทดสอบที่นำไปใช้งานจริง ๆ ต้นใดที่ประลัยแล้ว ผู้รับเหมาจะต้องตอกเพิ่มให้สองต้นที่มีความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากับต้นที่ประลัย ตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ควบคุมงาน โดยผู้รับเหมาต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งสิ้น และผู้รับจ้างจะต้องจัดการทดสอบเสาเข็มเพิ่มเติมอีก 2 ต้น โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นของผู้รับจ้างทั้งสิ้นให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้าง หรือวิศวกรผู้ควบคุมงาน นอกจากนั้นผู้รับจ้างจะต้องจัดการตอกเสาเข็มเพิ่มเติม หรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงเสาเข็ม และงานฐานรากที่ต้องเพิ่มขึ้นเนื่องจากการที่เสาเข็มประลัย ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อแนะนำของผู้แทนผู้ว่าจ้างหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานโดยจะเรียกค่าใช้จ่ายเพิ่มมิได้

1003 การทดสอบเสาเข็มแบบ Dynamic Test

- ก. ข้อกำหนดทั่วไป
1. ให้ทดสอบเสาเข็มตามมาตรฐาน ASTM D 4945-Standard Test Method for High Strain Dynamic Testing
 2. การส่งเพื่อพิจารณา
 - วิธีการทดสอบ : ให้ระบุเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดสอบ วิธีและเกณฑ์กำหนดต่าง ในการทดสอบ
 - รายงานผลการทดสอบ : ภายในเวลา 48 ชั่วโมง ภายหลังจากการทดสอบชั้น Restrike Test ให้ทำ รายงานแสดงผลทดสอบสำหรับค่าน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับเสาเข็ม และเกณฑ์กำหนดในการ ตอกเสาเข็ม ให้ตัวแทนผู้ว่าจ้าง จำนวน 5 ชุด
 3. การประกันคุณภาพ
บริษัทผู้ทดสอบเสาเข็ม : ต้องเป็นบริษัทที่มีความเชี่ยวชาญในการทดสอบเสาเข็มแบบ Dynamic Test โดยมีประสบการณ์อย่างน้อย 3 ปี
- ข. การทดสอบ
1. ให้ทดสอบเสาเข็มตามข้อกำหนดของ ASTM D 4945
 2. ให้ทำการวิเคราะห์เสาเข็มโดยใช้ Case Pile Wave Analysis Program (CAPWAP)
 3. ให้ทำการ Restrike Test ภายหลังจากการตอกกระแทกเข็มครั้งแรกผ่านไปเป็นเวลาห่างกันที่เหมาะสม
- ค. ข้อกำหนดในการทดสอบเสาเข็ม
- ให้ทดสอบเสาเข็มแบบ Dynamic ดังนี้
1. หนึ่งการทดสอบสำหรับเสาเข็ม 100 ต้นแรก
 2. หนึ่งการทดสอบสำหรับเสาเข็ม 200 ต้น ถัดไป
 3. หนึ่งการทดสอบสำหรับเสาเข็มทุก ๆ จำนวน 500 ต้น
 4. ที่เหลือให้ทำการทดสอบเสาเข็มทุกขนาด

หมวด 2 งานแบบหล่อ

2001 ทั่วไป

- ก. “กรณีทั่วไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในภาคอื่น ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย

2002 การคำนวณออกแบบ

- ก. การวิเคราะห์

ผู้รับเหมาจะต้องเป็นฝ่ายคำนวณออกแบบงานแบบหล่อ โดยต้องคำนึงถึงการโค้งตัวขององค์อาคารต่าง ๆ อย่างระมัดระวัง และต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อน จึงจะนำไปใช้ก่อสร้างได้

- ข. ค้ำยัน

1. เมื่อใช้ค้ำยัน การต่อหรือวิธีการค้ำยันซึ่งได้จัดทะเบียนสิทธิบัตรไว้ จะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตเกี่ยวกับความสามารถในการรับน้ำหนักอย่างเคร่งครัด ผู้คำนวณออกแบบจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัดในเรื่องการ ยึดโยง และน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยสำหรับความยาวระหว่างที่ยึดของค้ำยัน
2. ห้ามใช้การต่อแบบทาบในสนามเกินกว่าอันสลักอันสำหรับค้ำยันใต้แผ่นพื้น หรือไม่เกินทุก ๆ สามอันสำหรับค้ำยันใต้คาน และไม่ควรต่อค้ำยันเกินกว่าหนึ่งแห่ง นอกจากจะมีการยึดทแยงที่จุดต่อทุก ๆ แห่ง การต่อค้ำยันดังกล่าวจะต้องกระจายให้สม่ำเสมอทั่วไปเท่าที่จะทำได้รอยต่อจะต้องไม่อยู่ใกล้กับกึ่งกลางของตัวค้ำยัน โดยไม่มีที่ยึดด้านข้างหรือกึ่งกลางระหว่างจุดยึดด้านข้าง ทั้งนี้เพื่อป้องกันการโก่ง
3. จะต้องคำนวณออกแบบรอยต่อให้ต้านทานการโก่ง และการดัดเช่นเดียวกับองค์อาคารที่รับแรงอัดอื่น ๆ วัสดุที่ใช้ต่อค้ำยันไม่จะต้องไม่สั้นกว่าหนึ่งเมตร

- ค. การยึดทแยง

ระบบแบบหล่อจะต้องคำนวณออกแบบให้ถ่ายแรงทางข้างล่างลงสู่พื้นดินในลักษณะปลอดภัยตลอดเวลาจะต้องจัดให้มีการยึดทแยงทั้งในระนาบตั้งและระนาบราบตามต้องการเพื่อให้มีเสถียรภาพสูงและเพื่อป้องกันการโก่งขององค์อาคารเดี่ยว ๆ

- ง. ฐานรากสำหรับงานแบบหล่อ

จะต้องคำนวณออกแบบฐานรากซึ่งเป็นแบบวางบนดิน ฐานแผ่หรือเสาเข็มให้ถูกต้องเหมาะสม

- จ. การทुरुดตัว

แบบหล่อจะต้องสร้างให้สามารถปรับระดับทางแนวตั้งได้ เพื่อเป็นการชดเชยกับการทुरुดตัวที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการทुरुดตัวน้อยที่สุดเมื่อรับน้ำหนักเต็มที่ ในกรณีที่ใช้ไม้ ต้องพยายามให้มีจำนวนรอยต่อทางแนวราบน้อยที่สุด โดยเฉพาะจำนวนรอยต่อซึ่งแนวเสี้ยนบรรจบบนแนวเสี้ยนด้านข้างซึ่งอาจใช้ลิ่มสอดที่ยึดหรือกันของค้ำยันอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่จะใช้ทั้งสองปลายไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปรับแก้การทुरुดตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางแนวตั้งได้ หรือเพื่อสะดวกในการถอดแบบ

2003 รูปแบบ

ก. การอนุมัติโดยวิศวกร

ในกรณีที่กำหนดไว้ก่อนที่จะลงมือสร้างแบบหล่อ ผู้รับเหมาจะต้องส่งรูปแบบแสดงรายละเอียดของงานแบบหล่อเพื่อให้วิศวกรอนุมัติก่อน หากแบบดังกล่าวไม่เป็นที่พอใจของวิศวกรผู้รับเหมาจะต้องจัดการแก้ไขตามที่กำหนดให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มงาน การที่วิศวกรอนุมัติในแบบที่เสนอหรือแก้ไขมาแล้ว มิได้หมายความว่าผู้รับเหมาจะหมดความรับผิดชอบที่จะต้องทำการก่อสร้างให้ดีและดูแลรักษาให้แบบหล่ออยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลา

ข. สมมติฐานในการคำนวณออกแบบ

ในแบบสำหรับแบบหล่อจะต้องแสดงค่าต่าง ๆ ที่สำคัญตลอดจนสภาพการบรรทุก น้ำหนัก รวมทั้งน้ำหนักบรรทุกจร อัตราการบรรทุก ความสูงของคอนกรีตที่จะปล่อยลงมาน้ำหนักอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งอาจต้องทำงานบนแบบหล่อ แรงดันฐาน หน่วยแรงต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณออกแบบและข้อมูลที่สำคัญอื่น ๆ

ค. รายการต่าง ๆ ที่ต้องปรากฏในรูปแบบ

รูปแบบสำหรับงานแบบหล่อจะต้องมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สมอ ค้ำยันและการยึดโยง
2. การปรับแบบหล่อในระหว่างเทคอนกรีต
3. แผ่นกันน้ำ ร่องลึน และสิ่งที่จะต้องสอดไว้
4. นั่งร้าน
5. ฐานน้ำตา หรือรูที่เจาะไว้สำหรับเครื่องจักร ถ้ากำหนด
6. ช่องสำหรับทำความสะอาด
7. รอยต่อในขณะก่อสร้าง รอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขยายตัว ตามที่ระบุไว้ในแบบ
8. แถบเมนสำหรับมุมที่ไม่ฉาก (เปลือย)
9. การยกห้องคาน และพื้นกันแอ่น
10. การเคลือบผิวแบบหล่อ
11. รายละเอียดในการค้ำยัน ปกติจะไม่ยอมให้มีการค้ำยันซ้อน นอกจากวิศวกรจะอนุญาต

2004 การก่อสร้าง

ก. บททั่วไป

1. แบบหล่อจะต้องได้รับการตรวจก่อนจึงจะเรียงเหล็กเสริมได้
2. แบบหล่อจะต้องแน่นพอควรเพื่อป้องกันไม่ใ้ได้มอร์ต้าไหลออกจากคอนกรีต
3. แบบหล่อจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น มอร์ต้า และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงกันแบบจากภายในได้ จะต้องจัดช่องไว้สำหรับให้สามารถขจัดสิ่งที่ไม่ต้องการต่าง ๆ ออกก่อนเทคอนกรีต
4. ห้ามนำแบบหล่อซึ่งชำรุดจากการใช้งานครั้งหลังสุดจนถึงขั้นที่อาจทำลายผิวหน้าหรือคุณภาพคอนกรีตได้มาใช้ซ้ำ
5. ให้หลีกเลี่ยงการบรรทุกน้ำหนักบนคอนกรีตซึ่งเทได้เพียงหนึ่งสัปดาห์ ห้ามโยนของหนัก ๆ เช่น มวลรวม ไม้ กระดาน เหล็กเสริม หรืออื่น ๆ ลงบนคอนกรีตใหม่ ๆ หรือแม้กระทั่งการกองวัสดุ
6. ห้ามโยนหรือกองวัสดุก่อสร้างบนแบบหล่อในลักษณะที่จะทำให้แบบหล่อนั้นชำรุด หรือเป็นการเพิ่มน้ำหนักมากเกินไป

- ข. ฝีมือน้ำ
- ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในข้อต่อไปนี้เพื่อให้แน่ใจว่าจะได้งานที่มีฝีมือน้ำดี
1. รอยต่อของค้ำยัน
 2. การสลักร่วมหรือรอยต่อในแผ่นไม้อัด และการยึดโยง
 3. การรองรับค้ำยันที่ถูกต้อง
 4. จำนวนเหล็กเส้นสำหรับยึดหรือที่จับและตำแหน่งที่เหมาะสม
 5. การขันเหล็กเส้นสำหรับยึด หรือที่จับให้ตึงพอดี
 6. การแยกทานใต้ดินชั้นโคลนจะต้องมีอย่างเพียงพอ
 7. การต่อค้ำยันกับจุดร่วมจะต้องแข็งแรงพอที่จะต้านแรงยกหรือแรงบิด ณ จุดร่วมนั้น ๆ ได้
 8. การเคลือบผิวแบบหล่อจะต้องกระทำก่อนเรียงเหล็กเสริม และจะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไปจนเป็นเหล็ก
 9. รายละเอียดของรอยต่อสำหรับควบคุม และรอยต่อขณะก่อสร้าง
- ค. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
1. ความคลาดเคลื่อนจากแนวสายตั้ง
ในแต่ละชั้น..... 10 มม.
 2. ความคลาดเคลื่อนจากระดับหรือจากความลาดที่ระบุในแบบ
ในช่วง 10 เมตร..... 15 มม.
 3. ความคลาดเคลื่อนของแนวอาคารจากแนวที่กำหนดในแบบ และตำแหน่งเสาผนัง
และประตูที่เกี่ยวข้อง
ในช่วง 10 เมตร..... 20 มม.
 4. ความคลาดเคลื่อนของขนาดของหน้าตัดเสาและคาน และความหนาของแผ่นพื้น
และผนัง
ลด..... 5 มม.
เพิ่ม..... 10 มม.
 5. ฐานราก
 - 5.1 ความคลาดเคลื่อนจากขนาดในแบบ
ลด..... 20 มม.
เพิ่ม..... 50 มม.
 - 5.2 ความคลาดเคลื่อนในความหนา
ลด..... 50 มม.
เพิ่ม..... 100 มม.
 6. ความคลาดเคลื่อนของชั้น
ลูกตั้ง..... 2.5 มม.
ลูกนอน..... 5 มม.
- ง. งานปรับแบบหล่อ
1. ก้อนเทคอนกรีต

- 1.1 จะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับให้ความสะดวกในการจัดการเคลื่อนตัวของแบบหล่อขณะเทคอนกรีตไว้ที่แบบส่วนที่มีร่องรับ
 - 1.2 หลังจากตรวจสอบขั้นสุดท้ายก่อนเทคอนกรีต จะต้องยึดลิ้มที่ใช้ในการจัดแบบให้ได้ที่แน่นอน
 - 1.3 จะต้องยึดแบบหล่อกับค้ำยันข้างใต้ให้แน่นอน พอดีที่จะไม่เกิดการเคลื่อนตัวทั้งทางด้านข้าง และด้านข้างของส่วนหนึ่งส่วนใดของระบบหล่อทั้งหมดขณะเทคอนกรีต
 - 1.4 จะต้องเพื่อระดับและมุมมนไว้สำหรับรอยต่อต่าง ๆ ของแบบหล่อ การหลุดตัว การหดตัวของไม่ การแอ่นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ และการหดตัว ทางอีลาสติคขององค์อาคารในแบบหล่อ ตลอดจนการยกห้องคานและพื้นซึ่งกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง
 - 1.5 จะต้องจัดเตรียมวิธีปรับระดับ หรือแนวของค้ำยันในกรณีที่เกิดการหลุดตัวมากเกินไป เช่น ใช้ลิ้มหรือแม่แรง
 - 1.6 ควรจัดทำทางเดินสำหรับอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ โดยทำเสาหรือขารองรับตามแต่จะต้องการและต้องวางบนแบบหล่อหรือองค์อาคารที่เป็นโครงสร้างโดยตรงไม่ควรวางบนเหล็กเสริมนอกจากจะทำให้รองรับเหล็กนั้นเป็นพิเศษ แบบหล่อจะต้องพอเหมาะกับการรองรับของทางเดินดังกล่าว โดยยอมให้เกิดการแอ่น ความคลาดเคลื่อนหรือการเคลื่อนตัวทางข้างไม่เกินค่าที่ยอมให้
2. ระหว่างและหลังการเทคอนกรีต
- 2.1 ในระหว่างและภายหลังการเทคอนกรีต จะต้องตรวจสอบระดับการยกห้องคานพื้นและการได้ตั้งของระบบแบบหล่อโดยใช้อุปกรณ์ตามข้อ 1
 - หากจำเป็นให้รีบดำเนินการแก้ไขทันที ในระหว่างการก่อสร้างหากปรากฏว่าแบบหล่อเริ่มไม่แข็งแรงและแสดงให้เห็นว่าเกิด การหลุดตัวมากเกินไปหรือเกิดการโก่งบิดเบี้ยวแล้วให้หยุดงานทันที หากเห็นว่าส่วนใดจะชำรุดตลอดไปก็ให้รื้อออกและเสริมแบบหล่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น
 - จะต้องมีการคอยเฝ้าสังเกตแบบหล่ออยู่ตลอดเวลา เพื่อที่เมื่อเห็นว่าสมควรจะแก้ไขส่วนใดจะได้ดำเนินการได้ทันที ผู้ที่ทำหน้าที่นี้ต้องปฏิบัติงานโดยถือความปลอดภัยเป็นหลักสำคัญ
 - การถอดแบบหล่อและที่รองรับ หลังจากเทคอนกรีตแล้วจะต้องคงที่รองรับไว้กับที่เป็นเวลาไม่น้อยกว่าที่กำหนดข้างล่างนี้ ในกรณีที่ใช้น้ำซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็วอาจลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ตามความเห็นชอบของวิศวกร

ค้ำยันใต้คาน	21	วัน
ค้ำยันใต้แผ่นพื้น	21	วัน
ผนัง	48	ชั่วโมง
เสา	48	ชั่วโมง
ข้างคานและส่วนอื่น ๆ	48	ชั่วโมง
- อย่างไรก็ดี วิศวกรอาจสั่งให้ยึดเวลาการถอดแบบออกไปอีกได้หากเห็นเป็นการสมควร ถ้าปรากฏว่ามีส่วนหนึ่งส่วนใดของงานเกิดชำรุดเนื่องจากถอดแบบเร็วเกินกว่ากำหนด ผู้รับเหมาจะต้องทุบส่วนนั้นทิ้งและสร้างขึ้นใหม่แทนทั้งหมด

2005 วัสดุสำหรับงานแบบหล่อ

ผู้รับเหมาอาจเลือกใช้วัสดุใดก็ได้ที่เหมาะสมในการทำแบบหล่อ แต่ผิวคอนกรีตที่ได้จะต้องตรงตามข้อ 2006 "การแต่งผิวคอนกรีต" ทุกประการ

2006 การแต่งผิวคอนกรีต

- ก. คอนกรีตสำหรับอาคาร
1. การสร้างแบบหล่อจะต้องกระทำพอที่เมื่อคอนกรีตแข็งตัวแล้วจะอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและต้องมีขนาดและชนิดของผิวตรงตามที่กำหนดทั้งในบทยกกำหนดและ/หรือรูปแบบทางวิศวกรรมทางสถาปัตยกรรม
 2. สำหรับแผ่นพื้นหลังคารวมทั้งกันสาดและดาดฟ้า ห้ามขัดมันผิวเป็นอันขาด นอกจากนี้แบบจะระบุไว้
- ข. การแต่งผิวถนนในบริเวณอาคาร
- การแต่งผิวถนนอาจใช้มือหรือเครื่องจักรกลก็ได้ ในทันทีที่แต่งผิวเสร็จให้ตรวจสอบระดับด้วยไม้ตรงยาว 3 เมตร ส่วนที่ไว้ให้เติมด้วยคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกัน สำหรับส่วนที่โค้งนูนให้ตัดออกแล้วแต่งผิวใหม่

2007 การแก้ไขผิวที่ไม่เรียบร้อย

- ก. ทันทีที่ถอดแบบจะต้องทำการตรวจสอบ หากพบว่าผิวคอนกรีตไม่เรียบร้อยจะต้องแจ้งให้วิศวกรทราบทันที เมื่อวิศวกรให้ความเห็นชอบวิธีการแก้ไขแล้ว ผู้รับเหมาต้องดำเนินการซ่อมในทันที
- ข. หากปรากฏว่ามีการซ่อมแซมผิวคอนกรีตก่อนได้รับการตรวจสอบ โดยผู้แทนผู้ว่าจ้างคอนกรีตส่วนนั้นอาจถือเป็นคอนกรีตเสียก็ได้

2008 งานนั่งร้าน

เพื่อความปลอดภัยผู้รับเหมาควรปฏิบัติตาม "ข้อกำหนดนั่งร้านงานก่อสร้างอาคาร" ในมาตรฐานความปลอดภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

หมวด 3 เหล็กเสริมคอนกรีต

3001 ทัวไป

- ก. “กรณีทัวไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในภาคอื่น ให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย
- ข. ข้อกำหนดในหมวดนี้คลุมถึงงานทัวไปเกี่ยวกับการจัดหา การตัด การดัด และการเรียงเหล็กเสริมตามชนิดและชั้นที่ระบุไว้ในแบบและในบทกำหนดนี้ งานที่ทำจะต้องตรงตามแบบบทกำหนดและตามคำแนะนำของวิศวกรอย่างเคร่งครัด
- ค. รายละเอียดเกี่ยวกับเหล็กเสริมคอนกรีต ซึ่งมีได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ที่ 1007-34 ทุกประการ

3002 วัสดุ

คุณภาพของเหล็กที่ใช้เสริมคอนกรีตจะต้องตรงตามเกณฑ์กำหนดของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทั้งขนาด น้ำหนัก และคุณสมบัติอื่น ๆ ผู้รับเหมาจะต้องจัดส่งตัวอย่างเหล็กเสริมไปทดสอบยังสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับเหมาต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการทดสอบและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รายงานผลการทดสอบให้จัดส่งสำเนารวม 3 ชุด

3003 การเก็บรักษาเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จะต้องเก็บเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตไว้ในเนื้อพื้นดินและอยู่ในอาคาร หรือทำหลังคาคลุมเมื่อจัดเรียงเหล็กเส้นเข้าที่พร้อมจะเทคอนกรีตแล้ว เหล็กนั้นจะต้องสะอาดปราศจากฝุ่น น้ำมัน สี สนิมขุม และสะเก็ด

3004 วิธีการก่อสร้าง

- ก. การตัดและประกอบ
 1. เหล็กเสริมจะต้องมีขนาดและรูปร่างตรงตามที่กำหนดในแบบ และในการตัดและดัดจะต้องไม่ทำให้เหล็กชำรุดเสียหาย
 2. ข้องอหากในแบบไม่ได้ระบุถึงรัศมีของการงอเหล็ก ให้งอตามเกณฑ์กำหนดต่อไปนี้
 - ส่วนทั้งองเป็นครึ่งวงกลมโดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ระยะยื่นนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม. หรือ
 - ส่วนทั้งองเป็นมุมฉากโดยมีส่วนที่ยื่นต่อออกไปถึงปลายสุดของเหล็กอย่างน้อยอีก 12 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น หรือ
 - เฉพาะเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอก ให้งอ 90 องศา หรือ 135 องศา โดยมีส่วนที่ยื่นถึงปลายขอกอีกอย่างน้อย 6 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กแต่ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.
 3. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับข้อง เส้นผ่าศูนย์กลางของการงอเหล็กให้วัดด้านในของเหล็กที่งอ สำหรับมาตรฐานขนาดผ่าศูนย์กลางที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่าค่าที่ให้ไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 3001

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุดสำหรับของเหล็กข้ออ้อย

ขนาดของเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กที่สุด
10 ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
28 ถึง 32 มม.	8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
เหล็กปลอก ≤ 16 มม.	4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น
เหล็กปลอก 20 ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กนั้น

ข. การเรียงเหล็กเสริม

- ก่อนเรียงเข้าที่จะต้องทำความสะอาดเหล็กให้มีสนิมขุม สะเก็ด และวัสดุเคลือบต่าง ๆ ที่จะทำให้การยึดหน่วงเสียไป
- จะต้องเรียงเหล็กเสริมอย่างประณีตให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องพอดี และผูกยึดให้แน่นหนาระหว่างเทคอนกรีต หากจำเป็นก็อาจใช้เหล็กเสริมพิเศษช่วยในการติดตั้งได้
- ที่จุดตัดกันของเหล็กเส้นทุกแห่งจะต้องผูกให้แน่นด้วยลวดเหล็กเบอร์ 16 S.W.G (annealed-iron wire) โดยพันสองรอบและพับปลายลวดเข้าในส่วนที่จะเป็นเนื้อคอนกรีตภายใน
- ให้รักษาระยะห่างระหว่างแบบกับเหล็กเสริมให้ถูกต้องโดยใช้เหล็กแขวน ก้อนมอร์ต้าเหล็กยึด หรือวิธีอื่นใดซึ่งวิศวกรให้ความเห็นชอบแล้ว ก้อนมอร์ต้าให้ใช้ส่วนผสมซีเมนต์ 1 ส่วน ต่อทรายที่ใช้ผสมคอนกรีต 1 ส่วน
- หลังจากผูกเหล็กเสร็จแล้วจะต้องให้วิศวกรตรวจก่อนเทคอนกรีตทุกครั้ง หากผูกทิ้งไว้นานเกินควรจะต้องทำความสะอาดและให้วิศวกรตรวจอีกครั้งก่อนเทคอนกรีต

3005 การต่อเหล็กเสริม

- ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องต่อเหล็กเสริมนอกจุดที่กำหนดในแบบ ทั้งตำแหน่งและวิธีต่อจะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร
- ในรอยต่อแบบทาบ ระยะทาบต้องไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเส้น ในกรณีของเหล็กเส้นกลมธรรมดาและ 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย แล้วให้ผูกมัดด้วยลวดผูกเหล็กเบอร์ 16 S.W.G.
- สำหรับเหล็กเสริมที่โผล่ทิ้งไว้เพื่อจะเชื่อมต่อกับเหล็กของส่วนที่จะต่อเติมภายหลังจะต้องหาทางป้องกันมิให้เสียหาย และผูกก่อน
- การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีเชื่อม จะต้องให้กำลังของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังของเหล็กเสริมนั้น ก่อนเริ่มงานเหล็กจะต้องทำการทดสอบกำลังของรอยต่อเชื่อมโดยสถาบันที่เชื่อถือได้ และผู้รับเหมาเป็นผู้ออกค่าใช้จ่าย ผู้รับเหมาจะต้องส่งสำเนาผลการทดสอบอย่างน้อย 3 ชุด ไปยังสำนักงานวิศวกร
- ฉ. หน้าตัดใด ๆ จะมีรอยต่อของเหล็กเสริมไม่เกินร้อยละ 25 ของจำนวนเหล็กเสริมทั้งหมด
- ฉ. รอยต่อทุกแห่งจะต้องได้รับการตรวจและอนุมัติโดยวิศวกรก่อนเทคอนกรีต รอยต่อซึ่งไม่ได้รับการอนุมัติให้ถือว่าเป็นรอยต่อเสียอาจถูกห้ามใช้ก็ได้
- เหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 36 มม. ขึ้นไปให้ต่อกันด้วย Coupler

3006 คุณสมบัติของเหล็กเสริม

- ก. เหล็กเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 9 มม. ลงไป ให้ใช้เหล็กเส้นกลมธรรมดาที่มีมาตรฐาน SR-24 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคานงไม่น้อยกว่า 2400 กก/ชม.²
- ข. เหล็กเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 มม. ถึง 25 มม. ให้ใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีมาตรฐาน SD-40 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคานงไม่น้อยกว่า 4000 กก/ชม.²
- ค. เหล็กเส้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 28 มม. ถึง 32 มม. ให้ใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีมาตรฐาน SD-50 ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีจุดคานงไม่น้อยกว่า 5000 กก/ชม.²



หมวด 4 คอนกรีต

4001 ทัวไป

- ก. “สภาวะทัวไปและพิเศษ” ในภาคอื่นให้คลุมถึงหมวดนี้ด้วย
- ข. งานคอนกรีตในที่นี้ หมายรวมถึงงานคอนกรีตสำหรับโครงสร้าง ซึ่งต้องเสร็จสมบูรณ์ และเป็นไปตามแบบและบทกำหนดอย่างเคร่งครัด และเป็นไปตามข้อกำหนดและสภาวะต่าง ๆ ของสัญญา
- ค. หากมิได้ระบุในแบบและ/หรือบทกำหนดนี้ รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กและงานคอนกรีตทั้งหมดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยวิธีกำลัง” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ที่ 1008-38 ทุกประการ

4002 วัสดุ

วัสดุต่าง ๆ ที่เป็นส่วนผสมของคอนกรีตจะต้องเป็นไปตามบทกำหนดและเกณฑ์กำหนดอื่น ๆ ดังนี้ คือ

- ก. ปูนซีเมนต์ จะต้องเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.15 ชนิดที่เหมาะสมกับงาน และต้องเป็นปูนซีเมนต์ที่แห้งไม่จับตัวเป็นก้อน
- ข. น้ำที่ใช้ผสมคอนกรีตจะต้องสะอาด ใช้ดื่มได้
- ค. มวลรวม
 1. มวลรวมที่ใช้สำหรับคอนกรีตจะแข็งแรง มีความคงตัว เหนียว ไม่ทำปฏิกิริยากับต่างในปูนซีเมนต์
 2. มวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดให้ถือเป็นวัสดุคนละอย่างมวลรวมหยาบแต่ละขนาด หรือหลายขนาด ผสมกันจะต้องมีขนาดคละตามเกณฑ์กำหนดของข้อกำหนด ASTM ที่เหมาะสม
- ง. สารผสมเพิ่ม สำหรับคอนกรีตส่วนที่มีฐานรากทั้งหมดให้ใช้สารผสมเพิ่มชนิดเพิ่มความสามารภได้ ส่วนที่เป็นโครงสร้างห้องใต้ดินทั้งหมดให้ผสมตัวยากันซึมชนิดทนแรงและกันน้ำได้โดยใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด นอกจากนี้ที่กล่าวนี้ห้ามใช้สารผสมเพิ่มชนิดอื่นหรือปูนซีเมนต์ที่ผสมสารเหล่านั้น นอกจากนี้จะได้รับอนุมัติจากวิศวกรก่อน
- จ. การเก็บวัสดุ
 1. ให้เก็บปูนซีเมนต์ไว้ในอาคาร ถังเก็บหรือไซโลที่ป้องกันความชื้นและความสกปรกได้และในการส่งให้ส่งในปริมาณเพียงพอที่จะไม่ทำให้งานคอนกรีตต้องชะงักหรือล่าช้าไม่ว่า กรณีใดจะต้องแยกวัสดุที่ส่งมาแต่ละครั้งให้เป็นสัดส่วนไม่ปะปนกัน
 2. การส่งมวลรวมหยาบให้ส่งแยกขนาดไปยังสถานที่ก่อสร้าง นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรให้เป็นไปอย่างอื่น
 3. การกองมวลรวม จะต้องกองในลักษณะที่จะป้องกันมิให้ปะปนกับมวลรวมกองอื่น ซึ่งมีขนาดต่างกัน เพื่อให้เป็นไปตามนี้ อาจจะต้องทำการทดสอบว่าส่วนขนาดคละตลอดจนความสะอาดของมวลรวมตรงตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ โดยเก็บตัวอย่าง ณ ที่ทำการผสมคอนกรีต
 4. ในการเก็บสารผสมเพิ่ม ต้องระวังอย่าให้เกิดการแปดเปื้อน การระเหย หรือเสื่อมคุณภาพ สำหรับสารผสมเพิ่มชนิดที่อยู่ในรูปสารละลายหรือสารละลายที่ไม่คงตัว จะต้องจัดหาอุปกรณ์สำหรับกวนเพื่อให้ตัวยากระจาย โดยสม่ำเสมอถ้าเป็นสารผสมเพิ่มชนิดเหลวจะต้องป้องกันมิให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากนัก เพราะจะทำให้คุณสมบัติของสารนั้นเปลี่ยนแปลงได้

4003 คุณสมบัติของคอนกรีต

- ก. องค์ประกอบ คอนกรีตต้องประกอบด้วยปูนซีเมนต์ หยาบ มวลรวมหยาบ น้ำและสารผสมเพิ่มตามแต่จะกำหนด ผสมให้เข้ากันเป็นอย่างดีโดยมีความชื้นเหลือที่พอเหมาะ
- ข. ความชื้นเหลือ คอนกรีตที่จะใช้กับทุกส่วนของงานจะต้องผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีความชื้นเหลือที่พอเหมาะที่สามารถทำให้แน่นได้ภายในแบบหล่อ และรอบเหล็กเสริมหลังจากอัดแน่นโดยการกระทุ้งด้วยมือหรือโดยวิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้วจะต้องไม่มีน้ำที่ผิวคอนกรีตมากเกินไป และจะต้องมีผิวหน้าเรียบปราศจากโพรง การแยกแยะรูพรุน เมื่อแข็งตัวแล้วจะต้องมีกำลังตามที่ต้องการตลอดจนความทนทานต่อการแตกสลาย ความคงทน ความทนต่อการขัดสี ความสามารถในการกันน้ำ รูปลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ ตามที่กำหนด
- ค. กำลังอัดคอนกรีตสำหรับแต่ละส่วนของอาคารจะต้องมีกำลังอัดตามที่แสดงไว้ในแบบก่อสร้าง กำลังอัดที่สูงสุดให้คิดที่อายุ 28 วันเป็นหลักสำหรับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ธรรมดา แต่ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 3 ซึ่งให้กำลังสูงเร็วให้คิดที่อายุ 7 วัน ทั้งนี้ให้ใช้แห่งกระบอกคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร
- ง. ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ ขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบจะต้องเป็นไปตามตารางที่ 4002
- จ. การยุบของคอนกรีตซึ่งมีน้ำหนักปกติซึ่งหาโดย "วิธีทดสอบค่าการยุบของคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์" (ASTM C 143) จะต้องเป็นไปตามค่าที่ให้ไว้ในตารางที่ 4001 ข้างล่างนี้
- ฉ. คอนกรีตสำหรับพื้น และกำแพงที่สัมผัสดิน สระน้ำ ถังน้ำ และหลังคา จะต้องผสมน้ำยากันซึม

ตารางที่ 4001

ค่าการยุบสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบ ซม.	
	สูงสุด	ต่ำสุด
ฐานราก	10	2
แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	10	3
เสา	10	5
คาน ค.ส.ล. และผนังเบา ๆ	10	5

ตารางที่ 4002

ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบที่ใช้กับคอนกรีต

ชนิดของงานก่อสร้าง	ขนาดใหญ่สุด ซม.
ฐานราก เสา และคาน	2
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 15 ซม. ขึ้นไป	2
ผนัง ค.ส.ล. หนาตั้งแต่ 10 ซม. ลงมา	2
แผ่นพื้น คาน ค.ส.ล. และผนังกันห้อง ค.ส.ล.	2

4004 การคำนวณการออกแบบส่วนผสม

- ก. ห้ามมิให้นำคอนกรีตมาเทส่วนที่เป็นโครงสร้างใด ๆ จนกว่าส่วนผสมของคอนกรีตที่จะนำมาใช้นั้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้ว
- ข. ก่อนเทคอนกรีตอย่างน้อย 35 วัน ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมส่วนผสมคอนกรีตต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้วิศวกรตรวจให้ความเห็นชอบก่อน
- ค. การที่วิศวกรให้ความเห็นชอบต่อส่วนผสมที่เสนอมาหรือที่แก้ไข (หากมี) นั้น มิได้หมายความว่า จะลดความรับผิดชอบของผู้รับเหมาที่มีต่อคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้จากส่วนผสมนั้น
- ง. การจัดปฏิกิริยาส่วนผสม
- จะต้องหาอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยการทดลองขั้นตอนตามวิธีการต่อไปนี้
 - จะต้องทดลองทำอัตราส่วนผสมคอนกรีตที่มีอัตราส่วนและความชื้นเหลวที่เหมาะสมกับงานโดยเปลี่ยนอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์อย่างน้อย 3 ค่า ซึ่งจะให้กำลังต่าง ๆ กัน โดยอยู่ในขอบข่ายของค่าที่กำหนดสำหรับงานนี้ และจะต้องคำนวณออกแบบ สำหรับค่าการยุบสูงสุดเท่าที่ยอมรับได้
 - จากนั้นให้หาปฏิกิริยาของวัสดุผสม แล้วทำการทดสอบตามหลักและวิธีการที่ให้ไว้ในเรื่อง "ข้อแนะนำวิธีการเลือกปฏิกิริยาส่วนผสมสำหรับคอนกรีต" (ACI 211)
 - สำหรับอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์แต่ละค่า ให้หล่อขึ้นตัวอย่างอย่างน้อย 3 ชิ้น สำหรับแต่ละอายุเพื่อนำไปทดสอบ โดยเตรียมและบ่งตัวอย่างตาม "วิธีทำและบ่มขึ้นตัวอย่างคอนกรีตสำหรับใช้ทดสอบแรงอัดและแรงดัด" (ASTM C192) และทดสอบที่อายุ 7 และ 28 วัน การทดสอบให้ปฏิบัติตาม "วิธีทดสอบกำลังอัดแท่งกระบอกคอนกรีต" (ASTM C 39)
 - ให้นำผลที่ได้จากการทดสอบไปเขียนเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วน น้ำ : ซีเมนต์ ที่จะใช้ดังนี้
คอนกรีตประเภท ก. อัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์สูงสุดที่ยอมรับได้ จะต้องได้มาจากค่าที่แสดงโดยกราฟที่ให้ค่ากำลังต่ำสุดเกินร้อยละ 10 ของกำลังที่กำหนด
 - สำหรับคอนกรีตโครงสร้างทั่วไป ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องไม่น้อยกว่า 325 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตรของคอนกรีต
 - การใช้อัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ค่าที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในกรณีที่ใช้มวลรวมหยาบชนิดเม็ดเล็ก เช่น ในผนังบาง ๆ หรือในที่ที่เหล็กแน่นมาก ๆ จะต้องพยายามรักษาอัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ให้คงที่เมื่อได้เลือกอัตราส่วนน้ำ : ซีเมนต์ที่เหมาะสมได้แล้วให้หาปฏิกิริยาส่วนผสมของคอนกรีตตามวิธีในข้อ 4 ง. เรื่อง "การหาปฏิกิริยาของวัสดุผสม" ดังอธิบายข้างบน

4005 การผสมคอนกรีต

- ก. คอนกรีตผสมเสร็จ การผสมและการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้ปฏิบัติตาม " บทกำหนดสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ " (ASTM C 94)
- ข. การผสมด้วยเครื่อง ณ สถานที่ก่อสร้าง
- การผสมคอนกรีตต้องใช้เครื่องผสมชนิดซึ่งได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรแล้วที่เครื่องผสมจะต้องมีแผ่นป้ายแสดงความจุและจำนวนรอบต่อนาทีที่เหมาะสมและผู้รับเหมาจะต้องปฏิบัติตามข้อแนะนำเหล่านี้ทุกประการ เครื่องผสมจะต้องสามารถผสมมวลรวมซีเมนต์และน้ำให้เข้ากันโดยทั่วถึงภายในเวลาที่กำหนดและต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกได้โดยไม่เกิดการแยกแยะ

2. ในการบรรจุวัสดุผสมเข้าเครื่อง จะต้องบรรจุน้ำส่วนหนึ่งเข้าเครื่องก่อนซีเมนต์และมวลรวมแล้วค่อยๆ เติมน้ำส่วนที่เหลือเมื่อผสมไปแล้วประมาณหนึ่งในสี่ของเวลาผสมที่กำหนดจะต้องมีที่ควบคุมมิให้ปล่อยคอนกรีตก่อนจะถึงเวลาที่กำหนด และจะต้องสามารถปล่อยคอนกรีตออกให้หมดก่อนที่จะบรรจุวัสดุใหม่
3. เวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ลูกบาศก์เมตร ลงมาจะต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที และให้เพิ่มอีก 20 วินาที สำหรับทุก ๆ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือส่วนของลูกบาศก์เมตรที่เพิ่มขึ้น

4006 การผสมต่อ

- ก. ให้ผสมคอนกรีตเฉพาะเท่าที่ต้องการใช้เท่านั้น ห้ามนำคอนกรีตที่ก่อตัวแล้วมาผสมต่อเป็นอันขาด แต่ให้ทิ้งไป
- ข. ห้ามมิให้เติมน้ำเพื่อเติมค่าการยุบเป็นอันขาดการเติมน้ำจะกระทำได้ ณ สถานที่ก่อสร้าง หรือที่โรงผสมคอนกรีตกลางโดยความเห็นชอบของวิศวกรเท่านั้น แต่ไม่ว่าในกรณีใดจะเติมน้ำในระหว่างการขนส่งไม่ได้

4007 การเตรียมการเทคอนกรีตในอาคารอื่น

- ก. การเตรียมการก่อนเท
 1. จะต้องขจัดคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ออกจากด้านในของอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงออกให้หมด
 2. แบบหล่อจะต้องเสร็จเรียบร้อยจะต้องขจัดน้ำส่วนที่เกินและวัสดุแปลกปลอมใด ๆ ออกให้หมด เหล็กเสริมผูกเข้าที่เสร็จเรียบร้อย วัสดุต่าง ๆ ที่จะฝังในคอนกรีตต้องเข้าที่เรียบร้อย และการเตรียมการต่าง ๆ ทั้งหมดได้รับความเห็นชอบแล้วจึงจะดำเนินการเทคอนกรีตได้
- ข. การลำเลียง วิธีการขนส่งและเทคอนกรีต จะต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรก่อน ในการขนส่งคอนกรีตจากเครื่องผสมจะต้องระมัดระวังมิให้เกิดการแยกแยะ หรือการแยกตัว หรือการสูญเสียของวัสดุผสมและต้องกระทำในลักษณะที่จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด
- ค. การเท
 1. ผู้รับเหมาจะเทคอนกรีตส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงสร้างยังมีได้ จนกว่าจะได้รับอนุมัติจากวิศวกรเรียบร้อยแล้ว และเมื่อได้รับอนุมัติแล้วถ้าผู้รับเหมายังไม่เริ่มเทคอนกรีตภายใน 24 ชั่วโมง จะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรอีกครั้งจึงจะเทได้
 2. การเทคอนกรีตจะต้องกระทำต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ รอยต่อขณะก่อสร้างจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งซึ่งกำหนดไว้ในแบบหรือได้รับความเห็นชอบแล้ว การเทคอนกรีตจะต้องกระทำในอัตราที่คอนกรีตซึ่งเทไปแล้วจะติดกับคอนกรีตที่เทใหม่ยังคงสภาพเหลวพอที่จะเทต่อกันได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งห้ามมิให้เทคอนกรีตต่อกับคอนกรีตซึ่งเทไว้แล้วเกิน 30 นาที แต่จะต้องทิ้งไว้ประมาณ 20 ชั่วโมง จึงจะเทต่อได้
 3. ห้ามมิให้นำคอนกรีตที่แข็งตัวบ้างแล้วบางส่วนหรือแข็งตัวทั้งหมด หรือที่มีวัสดุแปลกปลอมมาปะปนกันเป็นอันขาด
 4. เมื่อเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้ว จะต้องอัดคอนกรีตนั้นให้แน่นภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องผสมนอกจากจะมีเครื่องกวนพิเศษสำหรับกรณี โดยเฉพาะหรือมีเครื่องผสมติดรถซึ่งจะกวนอยู่ตลอดเวลา ในกรณีเช่นนั้นให้เพิ่มเวลาได้เป็น 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่บรรจุซีเมนต์เข้าเครื่องผสมต้องเทภายใน 30 นาที นับตั้งแต่ปล่อยคอนกรีตออกจากเครื่องกวน

5. จะต้องเทคอนกรีตให้ใกล้ตำแหน่งสุดท้ายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดการแยกแยะอันเนื่องจากการโยกย้ายและการไหลตัวของคอนกรีต ต้องระมัดระวังใช้วิธีการใด ๆ ที่จะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกแยะ ห้ามปล่อยคอนกรีตเข้าที่จากระยะสูงเกินกว่า 2 เมตร นอกจากจะได้รับอนุมัติจากวิศวกร
6. ในกรณีที่ใช้คอนกรีตเปลี่ยนโดยมีมอร์ต้าเป็นผิว จะต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสมดันทินให้ออกจากข้างแบบเพื่อให้มอร์ต้าออกมาอยู่ที่ผิวให้เต็มโดยไม่เป็นโพรงเมื่อถอดแบบ การทำให้คอนกรีตแน่นให้ใช้วิธีสั่นด้วยเครื่อง หรือกระทุ้งเพื่อให้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมและสิ่งที่มีผงจนทั่วและเข้าไปอัดตามมุมต่าง ๆ จนเต็มโดยขจัดกระเปาะอากาศและกระเปาะหินอันจะทำให้คอนกรีตเป็นโพรงเป็นหลุมบ่อหรือเกิดระนาบที่ไม่แข็งแรง ออกให้หมดสิ้น เครื่องสั่นจะต้องมีความถี่อย่างน้อย 7000 รอบต่อนาที และผู้ที่ใช้งานจะต้องมีความชำนาญเพียงพอห้ามมิให้ทำการสั่นคอนกรีตเกินขนาด และใช้เครื่องสั่นเป็นตัวเขี่ยคอนกรีตให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งภายในแบบหล่อเป็นอันขาด ให้จุ่มและถอนเครื่องสั่นขึ้นลงตรง ๆ ที่หลาย ๆ จุด ห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร ในการจุ่มแต่ละครั้งจะต้องทิ้งระยะเวลาให้เพียงพอที่จะทำให้คอนกรีตแน่นตัวแต่ต้องไม่เกินไปจนเป็นเหตุให้เกิดการแยกแยะ โดยปกติจุดหนึ่ง ๆ ควรจุ่มอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 วินาที ในกรณีที่มีหน้าตัดของคอนกรีตบางเกินไปจนไม่อาจเหยยเครื่องสั่นลงไปได้ก็ให้ใช้เครื่องสั่นนั้นแนบกับข้างแบบหรือใช้วิธีอื่นที่ได้รับการเห็นชอบแล้ว สำหรับองค์อาคารสูง ๆ และหน้าตัดกว้าง เช่น เสาขนาดใหญ่ควรใช้เครื่องสั่นชนิดเกาะติดกับข้างแบบ แต่ทั้งนี้แบบหล่อต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับความสั่นได้โดยไม่ทำให้รูปร่างขององค์อาคารผิดไปจากที่กำหนด จะต้องใช้เครื่องสั่นคอนกรีตสำรองอย่างน้อยหนึ่งเครื่องประจำ ณ สถานที่ก่อสร้างเสมอในขณะเทคอนกรีต

4008 รอยต่อและสิ่งที่มีผงในคอนกรีต

- ก. รอยต่อขณะก่อสร้างอาคาร
 1. ในกรณีมีได้ระบุตำแหน่งและรายละเอียดของรอยต่อขึ้นในแบบ จะต้องจัดทำและวางในตำแหน่งซึ่งจะทำให้โครงสร้างเสียความแข็งแรงน้อยที่สุด และให้เกิดรอยร้าว เนื่องจากการหดตัวน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ และจะต้องได้รับความเห็นชอบก่อน
 2. ผิวบนของผนังและเสาคอนกรีตจะต้องอยู่ในแนวราบ คอนกรีตซึ่งเททับเหนือรอยต่อขณะก่อสร้างที่อยู่ในแนวราบ จะต้องไม่ใช่คอนกรีตส่วนแรกที่อยู่จากเครื่องผสมและจะต้องอัดแน่นให้ทั่วโดยอัดให้เท่ากับคอนกรีตซึ่งเทไว้ก่อนแล้ว
 3. ในกรณีของผิวทางแนวตั้ง ให้ใช้ปูนทรายในอัตราส่วน 1 : 1 ผสมน้ำขึ้น ๆ ไล่ที่ผิวให้ทั่วก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ลงไป
 4. ให้เดินเหล็กเสริมต่อเนื่องผ่านรอยต่อไป และจะต้องใส่สลักและเดี่ยเอียงตามแต่วิศวกรจะเห็นสมควร จะต้องจัดให้มีสลักตามยาวลึกลงอย่างน้อย 5 เซนติเมตร สำหรับรอยต่อในผนังทั้งหมด และระหว่างผนังกับแผ่นพื้นหรือฐานราก
 5. ในกรณีที่เทคอนกรีตเป็นชั้น ๆ จะต้องยึดเหล็กที่โผล่เหนือแต่ละชั้นให้แน่นหนา เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเหล็กเสริมขณะเทคอนกรีตและในขณะคอนกรีตกำลังก่อตัว
 6. ในขณะคอนกรีตยังไม่ก่อตัวให้ขจัดฟ้าน้ำปูนและวัสดุที่หลุดร่วงออกให้หมดโดยไม่มีจำเป็นต้องทำให้ผิวหยาบอีก แต่หากไม่สามารถปฏิบัติตามนี้ได้ ก็ให้ขจัดออกโดยใช้เครื่องหลังจากเทคอนกรีตแล้ว 24 ชั่วโมงขึ้นไป แล้วให้ล้างผิวที่ทำให้หยาบนั้นด้วยน้ำสะอาดทันทีก่อนที่จะเทคอนกรีตใหม่ให้พร้อมน้ำผิวคอนกรีตที่รอยต่อทุกแห่งให้ขึ้นแต่ไม่ให้เปียกโชก
 7. ถ้าหากต้องการหรือได้รับการยินยอม อาจเพิ่มความยึดเหนี่ยวได้ตามวิธีต่อไปนี้



- 7.1 ใช้สารผสมเพิ่มที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว
 - 7.2 ใช้สารหน่วงซึ่งได้รับความเห็นชอบแล้ว เพื่อให้การก่อตัวของมอร์ต้าที่ผิวข้างแต่ห้ามใส่มากจนไม่ก่อตัวเลย
 - 7.3 ทำผิวคอนกรีตให้หยาบตามวิธีที่ได้รับรับรองแล้ว โดยวิธีนี้จะทำให้มวลรวมโพลีโดยสม่ำเสมอปราศจากผิวน้ำปูนหรือเม็ดมวลรวมที่หลุดร่วงหรือผิวคอนกรีตที่ชำรุด
- ข. วัสดุฝังในคอนกรีต
1. ก่อนเทคอนกรีตจะต้องฝังปลอก ไล่ สมอ และวัสดุฝังอื่น ๆ ที่จะต้องทำงานต่อไปในภายหลังให้เรียบร้อย
 2. ผู้รับเหมาซึ่งทำงานเกี่ยวข้องกับงานคอนกรีต จะต้องได้รับแจ้งล่วงหน้าเพื่อให้มีโอกาสที่จะจัดวางสิ่งที่จะฝังได้ทันก่อนการเทคอนกรีต
 3. จะต้องจัดวางแผ่นกันน้ำ ท่อร้อยสายไฟและสิ่งซึ่งจะฝังอื่น ๆ เข้าที่ให้อยู่ตำแหน่งอย่างแน่นอนและยึดให้ดีเพื่อมิให้เกิดการเคลื่อนตัว สำหรับช่องว่างในปลอกไล่และร่องสมอ จะต้องอุดด้วยวัสดุที่จะเอาออกได้ง่ายเป็นการชั่วคราว เพื่อป้องกันมิให้คอนกรีตไหลเข้าไปในช่องว่างนั้น
 4. รอยต่อระหว่างคอนกรีตของผนัง ถังน้ำ และสระว่ายน้ำ จะต้องเตรียมวัสดุกันซึมตามแนวรอยต่อ ให้เหมาะสมกับรูปแบบของโครงสร้าง และแรงดันน้ำในตำแหน่งนั้นๆ สามารถใช้ได้ทั้ง PVC water stop หรือ swelling water stop โดยวัสดุกันซึมจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ออกแบบ และวิธีการติดตั้งต้องเป็นไปตามวิธีการของผู้ผลิต และได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงาน
- ค. รอยต่อสำหรับพื้นถนน
- รอยต่อทางยาวตลอดจนรอยต่อสำหรับกันการหดและการยึดตัวจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบ ในกรณีที่ไม่สามารถเทคอนกรีตได้เต็มช่วงจะต้องทำรอยต่อขณะก่อสร้างขึ้นในช่วงหนึ่ง ๆ จะมีรอยต่อขณะก่อสร้างเกินหนึ่งรอยไม่ได้และรอยต่อดังกล่าวจะต้องอยู่ภายในช่วงกลางแบ่งสามส่วนของช่วง
- ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ สำหรับรอยต่อต่าง ๆ จะยอมให้มีความผิดพลาดมากที่สุดได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้
- ระยะทางแนวราบ 6 มิลลิเมตร
- ระยะทางแนวตั้ง 3 มิลลิเมตร

4009 การซ่อมผิวที่ชำรุด

- ก. ห้ามปะซ่อมรูรื้อยเหล็กยึดและเนื้อที่ชำรุดทั้งหมดก่อนที่วิศวกรหรือผู้แทนผู้ว่าจ้างจะได้ตรวจสอบแล้ว
- ข. สำหรับคอนกรีตที่เป็นรูปวงกลมเล็ก ๆ และชำรุดเล็กน้อย หากวิศวกรลงความเห็นว่าจะซ่อมแซมให้ใช้ได้ จะต้องสกัดคอนกรีตที่ชำรุดออกให้หมดจนถึงคอนกรีตดี เพื่อป้องกันมิให้น้ำในมอร์ต้าที่จะปะซ่อมนั้นถูกดูดซึมไปจะต้องทำคอนกรีตบริเวณที่จะปะซ่อมและเนื้อที่บริเวณโดยรอบเป็นระยะออกอย่างน้อย 15 เซนติเมตร มอร์ต้าที่ใช้เป็นตัวประสานจะต้องประกอบด้วยส่วนผสมของซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายละเอียดซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 30 1 ส่วน ให้ละเลงมอร์ต้านี้ให้ทั่วพื้นที่ผิว
- ค. ส่วนผสมสำหรับใช้อุดให้ประกอบด้วยซีเมนต์ 1 ส่วนต่อทรายที่ชื้นผสมคอนกรีต 2 1/2 ส่วน โดยปริมาตรขึ้นและหลวม สำหรับคอนกรีตเปลือยภายนอกให้ผสมซีเมนต์ขาวเข้ากับซีเมนต์ธรรมดาบ้าง เพื่อให้ส่วนผสมที่ปะซ่อมมีสีกลมกลืนกับสีของคอนกรีตข้างเคียง ทั้งนี้โดยใช้วิธีทดลองหาส่วนผสมเอาเอง
- ง. ให้จำกัดปริมาณของน้ำให้พอดีเท่าที่จำเป็นในการยกย้ายและการปะซ่อมเท่านั้น



- จ. หลังจากให้น้ำซึ่งค้างบนผิวได้ระเหยออกจากพื้นที่ที่จะปะช่อมุมแล้วให้ละเลงชั้นยึดหน่วงลงบนผิวนั้นให้ทั่ว เมื่อชั้นยึดหน่วงนี้เริ่มเสียน้ำให้ฉาบมอร์ต้าที่ใช้ปะช่อมุมทันทีเพื่อมอร์ต้าให้แน่นโดยทั่วถึงและปาดออกให้เนื้อหนากว่าคอนกรีตโดยรอบเล็กน้อยและจะต้องทิ้งไว้เฉย ๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดการหดตัวขึ้นต้นก่อนที่จะตกแต่งชั้นสุดท้ายบริเวณที่ปะช่อมุมแล้วให้รักษาให้ชื้นอย่างน้อย 7 วัน สำหรับผิวคอนกรีตเปลือยที่ต้องการรักษาลายไม้แบบ ห้ามใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะฉาบเป็นอันขาด
- ฉ. ในกรณีที่รูปทรงนั้นกว้างมากหรือลึกจนมองเห็นเหล็ก และหากวิศวกรลงความเห็นว่าอยู่ในวิสัยที่จะซ่อมแซมได้ก็ให้ปะช่อมุมได้โดยใช้มอร์ต้าชนิดที่ผสมตัวยากันการหดตัวและผสมผงเหล็กเป็นวัสดุแทนปูนทรายธรรมดา โดยให้ปฏิบัติตามข้อแนะนำของผู้ผลิตโดยเคร่งครัด
- ช. ในกรณีที่โพรงใหญ่และลึกมาก หรือเกิดข้อเสียหายใด ๆ เช่นคอนกรีตมีกำลังต่ำกว่ากำหนดและวิศวกรมีความเห็นว่าอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้ ผู้รับเหมาจะต้องดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นตามวิธีที่วิศวกรได้เห็นชอบด้วยแล้ว หรือหากวิศวกรเห็นว่าการชำรุดมากจนไม่อาจแก้ไขให้ใช้ได้อาจสั่งให้ทุบทิ้งแล้วสร้างขึ้นใหม่ โดยผู้รับเหมาจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการนี้ทั้งสิ้น

4010 การบ่มและการป้องกัน

หลังจากได้เทคอนกรีตแล้วและอยู่ในระยะกำลังแข็งตัว จะต้องป้องกันคอนกรีตนั้นจากอันตรายที่อาจเกิดจากแสงแดด ลมแห้ง ฝน น้ำไหล การเสียดและการบรทุกน้ำหนักเกินสมควร สำหรับคอนกรีตซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 จะต้องรักษาให้ชื้นต่อเนื่องกันเป็นเวลอย่างน้อย 7 วัน โดยวิธีคลุมด้วยกระสอบหรือผ้าใบเปียกหรือขัง หรือพ่นน้ำ หรือโดยวิธีที่เหมาะสมอื่น ๆ ตามที่วิศวกรเห็นชอบ สำหรับผิวคอนกรีตในแนวตั้ง เช่น เสา ผนัง และด้านข้างของคานให้หุ้มกระสอบหรือผ้าใบให้เหลื่อมซ้อนกันและรักษาให้ชื้นโดยให้สิ่งที่คลุมนี้แนบติดกับคอนกรีต ในกรณีที่ใช้ปูนซีเมนต์ชนิดให้กำลังสูงเร็ว ระยะเวลาการบ่มชื้นให้อยู่ในวิสัยฉัยของวิศวกร

4011 การทดสอบ

- ก. การทดสอบแท่งกระบอกคอนกรีต ขึ้นตัวอย่างสำหรับการทดสอบอาจนำมาจากทุก ๆ รถหรือตามแต่วิศวกรจะกำหนด ทุกวันจะต้องเก็บชิ้นตัวอย่างไม่น้อยกว่า 6 ชิ้น สำหรับทดสอบ 7 วัน 3 ก้อน และ 28 วัน 3 ก้อน วิธีเก็บเตรียม บ่ม และทดสอบชิ้นตัวอย่างให้เป็นไปตาม “วิธีทำและบ่มชิ้นตัวอย่างคอนกรีตรับแรงอัดและแรงดัดในสนาม” (ASTM C 31) และ “วิธีทดสอบสำหรับกำลังอัดของแท่งกระบอกคอนกรีต” (ASTM C390) ตามลำดับ
- ข. รายงาน ผู้รับเหมาจะต้องส่งรายงานผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตรวม 3 ชุด สำหรับ ผู้แทนผู้ว่าจ้าง 1 ชุด และสำนักงานวิศวกรและสถาปนิก 2 ชุด
- รายงานจะต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
1. วันที่หล่อ
 2. วันที่ทดสอบ
 3. ประเภทของคอนกรีต
 4. ค่าการยุบ
 5. ส่วนผสม
 6. หน่วยน้ำหนัก
 7. กำลังอัด
 - 7.1 ณ จุดเริ่มร้าว

7.2 ณ จุดประลัย

- ค. การทดสอบแนว ระดับ ความลาด และความไม่สม่ำเสมอของพื้นถนนคอนกรีตในบริเวณอาคารเมื่อคอนกรีตพื้นถนนแข็งตัวแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบแนวระดับความลาดตลอดจนความไม่สม่ำเสมอต่าง ๆ อีกครั้งหนึ่ง หาก ณ จุดใดผิวถนนสูงกว่าบริเวณข้างเคียงเกิน 3 มิลลิเมตร จะต้องขุดออกแต่ถ้าสูงมากกว่านั้น ผู้รับเหมาจะต้องทุบพื้นช่วงนั้นออกแล้วหล่อใหม่โดยต้องออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด
- ง. การทดสอบความหนาของพื้นคอนกรีตในบริเวณอาคาร ผู้ว่าจ้างหรือผู้แทนอาจกำหนดให้มีการทดสอบความหนาของพื้นถนนคอนกรีตโดยวิธีเจาะเอาแกนไปตรวจตามวิธีของ ASTM C 174 ก็ได้ หากปรากฏว่าความหนาเฉลี่ยน้อยกว่าที่กำหนดเกิน 3 มิลลิเมตร วิศวกรจะเป็นผู้ตัดสินว่าถนนนั้นมีการรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้หรือไม่ หากวิศวกรลงความเห็นว่าพื้นถนนนั้นไม่แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกที่คำนวณออกแบบไว้ได้ ผู้รับเหมาจะต้องทุบออกแล้วเทคอนกรีตใหม่โดยจะเรียกเงินเพิ่มจากผู้ว่าจ้างมิได้

4012 การประเมินผลการทดสอบกำลังอัด

- ก. ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบขึ้นตัวอย่างสามขึ้นหรือมากกว่าซึ่งบ่มในห้องปฏิบัติการจะต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด และจะต้องไม่มีค่าใดต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่ากำลังอัดที่กำหนด
- ข. หากกำลังอัดมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดก็อาจจำเป็นต้องเจาะเอาแกนคอนกรีตไปทำการทดสอบ
- ค. การทดสอบแกนคอนกรีตจะต้องปฏิบัติตาม “วิธีเจาะและทดสอบแกนคอนกรีตที่เจาะและคานคอนกรีตที่เคลื่อนถัดมา” (ASTM C24) การทดสอบแกนคอนกรีตต้องกระทำในสภาพผึ่งแห้งในอากาศ
- ง. องค์อาคารหรือพื้นที่คอนกรีตส่วนใดที่วิศวกรพิจารณาเห็นว่าไม่แข็งแรงพอให้เจาะแกนอย่างน้อยสองก้อนจากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่นั้น ๆ ตำแหน่งที่จะเจาะแกนให้วิศวกรเป็นผู้กำหนด
- จ. กำลังของแกนที่ได้จากแต่ละองค์อาคารหรือพื้นที่จะต้องมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ หรือสูงกว่าร้อยละ 90 ของกำลังที่กำหนดจึงจะถือว่าใช้ได้
- ฉ. จะต้องอุดรูซึ่งเจาะเอาแกนออกมาตามวิธีในข้อ 4010
- ช. หากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีความแข็งแรงไม่พอ จะต้องทุบคอนกรีตนั้นทิ้งแล้วหล่อใหม่โดยผู้รับเหมาเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น
- ซ. ชิ้นตัวอย่างแท่งกระบอกคอนกรีตอาจใช้ลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 ซม. แทนได้โดยให้เปรียบเทียบค่ากำลังอัดตามมาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กของ ว.ส.ท.

หมวด 5 เหล็กรูปพรรณ

5001 ทัวไป

- ก. “กรณีทัวไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในภาคอื่นให้นำมาใช้กับหมวดนี้ด้วย
- ข. บทกำหนดส่วนนี้คลุมถึงเหล็กรูปพรรณทุกชนิด
- ค. รายละเอียดเกี่ยวกับรูปพรรณ ซึ่งมีได้ระบุในแบบและบทกำหนดนี้ ให้ถือปฏิบัติตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ ทุกประการ

5002 วัสดุ

เหล็กรูปพรรณ ทั้งหมดจะต้องมีคุณสมบัติสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก.1227-2539 หรือ ASTM A36 หรือ JIS ที่เหมาะสมและเทียบเท่า

5003 การกองเก็บวัสดุ

การเก็บเหล็กรูปพรรณทั้งที่ประกอบแล้วและยังไม่ได้ประกอบ จะต้องเก็บไว้บนยกพื้นเหนือพื้นดิน จะต้องรักษาเหล็กให้ปราศจากฝุ่น ไขมัน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ และต้องระวังรักษาอย่าให้เหล็กเป็นสนิม

5004 การต่อ

รายละเอียดในการต่อให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบทุกประการ

5005 รูและช่องเปิด

การเจาะหรือตัดหรือกดทะลุให้เป็นรูต้องกระทำตั้งฉากกับผิวของเหล็กและห้ามขยายรูด้วยความร้อนเป็นอันขาดในเสาที่เป็นเหล็กรูปพรรณซึ่งต่อกับคาน ค.ส.ล. จะต้องเจาะรูไว้เพื่อให้เหล็กเสริมในคานคอนกรีตสามารถลอดได้ รูจะต้องเรียบรอยปราศจากรอยขาดหรือแหงน ขอบรูซึ่งคมและยื่นเล็กน้อยอันเกิดจากการเจาะตัวสว่านให้ขจัดออกให้หมดด้วยเครื่องมือโดยลบมุม 2 มิลลิเมตร ช่องเปิดอื่น ๆ เหนือจากรูสลักเกลียวจะต้องเสริมแหวนเหล็กซึ่งมีความหนาไม่น้อยกว่าความหนาขององค์อาคารที่เสริมนั้น รูหรือช่องเปิดภายในของแหวนจะต้องเท่ากับช่องเปิดขององค์อาคารที่เสริมนั้น

5006 การประกอบและยกติดตั้ง

- ก. แบบขยาย ก่อนจะทำการประกอบเหล็กรูปพรรณทุกชิ้น ผู้รับเหมาจะต้องส่งแบบขยาย ต่อผู้แทนผู้ว่าจ้างเพื่อรับความเห็นชอบ
 1. จะต้องจัดทำแบบที่สมบูรณ์แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อประกอบ และการติดตั้งรู สลักเกลียว รอยเชื่อม และรอยต่อที่จะกระทำในโรงงาน
 2. สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้จะต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากล
 3. จะต้องมีสำเนาเอกสารแสดงบัญชีวัสดุ และวิธีการยกติดตั้งตลอดจนการยึดโยงชั่วคราว
- ข. การประกอบและยกติดตั้ง
 1. ให้พยายามประกอบที่โรงงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. การตัดเน็อน ตัดด้วยไฟ สกัด และกดทะเล ต้องกระทำอย่างละเอียดประณีต
3. องค์อาคารที่วางทับกันจะต้องวางให้แนบสนิทเต็มหน้า
4. การติดตัวเสริมกำลังและองค์อาคารยึดโยงกระทำอย่างประณีต สำหรับตัวเสริมกำลังมีติดแบบอัดแน่น ต้องอัดให้สนิทจริง ๆ
5. รายละเอียดให้เป็นไปตาม “มาตรฐานสำหรับอาคารเหล็กรูปพรรณ” ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฯ ที่ 1003-18 ทุกประการ
6. ห้ามใช้วิธีเจาะรูด้วยไฟ จะต้องแก้แนวต่าง ๆ ให้ตรงตามแบบ รูที่เจาะไว้ไม่ถูกต้อง ฯลฯ จะต้องอุดให้เต็มด้วยวิธีเชื่อมและเจาะรูใหม่ให้ถูกต้องตำแหน่ง
7. ไฟที่ใช้ตัดควรมีเครื่องมือกลเป็นตัวนำ
8. การเชื่อม
 - 8.1 ให้เป็นไปตามมาตรฐาน AWS สำหรับการเชื่อมในงานก่อสร้างอาคาร
 - 8.2 ผิวหน้าที่จะทำการเชื่อมจะต้องสะอาดปราศจากสะเก็ดร้อน ตะกรันสนิม ไขมัน ี และวัสดุแปลกปลอมอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดผลเสียต่อการเชื่อมได้
 - 8.3 ในระหว่างการเชื่อมจะต้องยึดชิ้นส่วนที่จะเชื่อมติดกันให้แน่นเพื่อให้ผิวแนบสนิทสามารถทาสีอุดได้โดยง่าย
 - 8.4 หากสามารถปฏิบัติได้ ให้พยายามเชื่อมในตำแหน่งราบ
 - 8.5 ให้วางลำดับการเชื่อมให้ดี เพื่อหลีกเลี่ยงการบิดเบี้ยวและหน่วยแรงตกค้างในระหว่างกระบวนการเชื่อม
 - 8.6 ในการเชื่อมแบบชนจะต้องเชื่อมในลักษณะที่ได้การ Penetration โดยสมบูรณ์ โดยมีให้มีกระเปาะตะกรันซึ่งอยู่ในกรณีนี้อาจใช้วิธีลบมุมตามขอบหรือ Backing Plates ก็ได้
 - 8.7 ชิ้นส่วนที่จะต่อเชื่อมแบบทาบ จะต้องวางให้ชิดกันมากที่สุดที่จะทำได้ และไม่ควรมีใดจะต้องห่างกันไม่เกิน 6 มิลลิเมตร
 - 8.8 ช่างเชื่อมต้องใช้ช่างเชื่อมที่มีความชำนาญเท่านั้น และเพื่อเป็นการพิสูจน์ถึงความสามารถจะมีการทดสอบความชำนาญของช่างเชื่อมทุก ๆ คน

5007 งานสลักเกลียว

- ก. การตอกสลักเกลียวจะต้องกระทำด้วยความประณีต โดยไม่ทำให้เกลียวเสียหาย
- ข. ต้องแน่ใจว่าผิวรอยต่อเรียบ และผิวที่รองรับจะต้องสัมผัสกันเต็มหน้าก่อนจะทำการขันเกลียว
- ค. เมื่อขันสลักเกลียวแน่นแล้วให้ทุบปลายเกลียวเพื่อมิให้เป็นสลักเกลียวคลายตัว

5008 การต่อและประกอบในสนาม

- ก. ให้ปฏิบัติตามที่ระบุในแบบขยาย และคำแนะนำในการยกติดตั้งโดยเครื่อครัด
- ข. ค่าผิดพลาดที่ยอมให้ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานสากล
- ค. จะต้องทำนั่งร้านค้ำยัน ยึดโยง ฯลฯ ให้พอเพียงเพื่อยึดโครงสร้างให้แน่นหนาอยู่ในแนว และตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานจนกว่างานประกอบจะเสร็จเรียบร้อยและแข็งแรงดีแล้ว
- ง. ห้ามใช้สำหรับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าหากันโดยไม่ให้เหล็ก (โลหะ) เกิดการบิดเบี้ยวชำรุดเท่านั้น
- จ. ห้ามใช้วิธีตัดด้วยแก๊สเป็นอันตราย นอกจากจะได้รับการอนุมัติจากวิศวกร

- ฉ. สลักเกลียวยึดและสมอ ให้ตั้งโดยใช้แบบนำเท่านั้น
- ช. แผ่นรองรับ
 1. ใช้ตามที่กำหนดในแบบขยาย
 2. ให้รองรับและปรับแนวด้วยลิ้มเหล็ก
 3. หลังจากได้ยกติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้อัดมอร์ต้าชนิดที่ไม่หดตัวและใช้ผงเหล็กเป็นมวลรวมใต้แผ่นรองรับให้แน่นแล้วติดขอบลิ้มให้เสมอกับขอบของแผ่นรองรับโดยทิ้งส่วนที่เหลือไว้

5009 การป้องกันเหล็กมิให้ผุกร่อน

- ก. เกณฑ์กำหนดทั่วไป

งานนี้หมายรวมถึง การทาสีและการป้องกันการผุกร่อนของงานเหล็กให้ตรงตามข้อกำหนดและแบบ และให้เป็นไปตามข้อกำหนดของสัญญาทุกประการ
- ข. ผิวที่จะทาสี
 1. การทำความสะอาด
 - 1.1 ก่อนจะทาสีบนผิวใด ๆ ยกเว้นผิวที่อาบโลหะ จะต้องขัดผิวให้สะอาดโดยใช้เครื่องมือขัด เช่น จานคาร์บอนดัม หรือเครื่องมือชนิดอื่นที่เหมาะสม จากนั้นให้ขัดด้วยแปรงลวดเหล็กและกระดาษทราย เพื่อขจัดเศษโลหะที่หลุดร่อนออกให้หมด แต่ต้องพยายามหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดด้วยลวดเป็นระยะเป็นระยะเวลานาน เพราะอาจทำให้เนื้อโลหะไหม้ได้
 - 1.2 สำหรับรอยเชื่อม และผิวเหล็กที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการเชื่อมจะต้องเตรียมผิวสำหรับทาสีใหม่เช่นเดียวกับผิวทั่วไปตามวิธีในข้อ 1.1
 2. สีรองพื้น

หากมิได้ระบุเป็นอย่างอื่นงานเหล็กรูปพรรณทั้งหมดให้ทำสีรองพื้นด้วยสีกันสนิมแล้วทาสีกันสนิมทับอีกสองชั้น

หมวด 6 การขุด ถม บดอัด และแต่งระดับลาดเอียง

6001 ทัวไป

“กรณีทัวไปและกรณีพิเศษ” ที่ระบุไว้ในภาคอื่นให้นำมาใช้ในหมวดนี้ด้วย

6002 ขอบเขตของงาน

งานในหมวดนี้รวมถึงการขุด เจาะ ถม บดอัด และการดำเนินงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานดิน เพื่อให้การก่อสร้างเป็นไปตามระบุในแบบรูปและรายการละเอียด

6003 ฝีมือการทำงาน

จะต้องเตรียมแนวและระดับต่าง ๆ ให้เรียบร้อย การใช้เครื่องมือในการขุดดินฐานราก จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยการตรวจสอบระดับหัวเสาเข็มที่เจาะไปแล้วเพื่อกันเสาเข็มหักหรือผิดศูนย์ ถ้าหากเสาเข็มหักหรือผิดศูนย์ผู้รับเหมาจะต้องทำการแก้ไขตาม คำแนะนำของวิศวกรอย่างเคร่งครัด โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นผู้รับเหมาทั้งสิ้น

6004 การป้องกัน

ก. อาคารข้างเคียง

ผู้รับเหมาจะต้องป้องกัน และระมัดระวังการเคลื่อนย้าย และทรุดตัวของอาคารหรือโครงสร้างข้างเคียง โดยจัดหาและติดตั้งค้ำยันหรือกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนลงมือเกี่ยวกับงานดิน ผู้รับเหมาจะต้องเสนอกรรมวิธีในการป้องกันให้วิศวกรตรวจสอบอนุมัติวิศวกรตรวจสอบอนุมัติก่อนจึงดำเนินการได้

ข. ส่วนต่าง ๆ ใต้ดินที่มีอยู่เดิม

ส่วนต่าง ๆ ของอาคารและระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่เดิม เมื่อค้นพบจากการขุดเจาะดิน ซึ่งมีได้แสดงไว้ในแบบรูปและรายการ และเป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้าง ผู้รับเหมาจะต้องจัดการโยกย้าย โดยค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นผู้รับเหมาทั้งสิ้น

6005 การขุดดิน

ก. การขุดดินทัวไป

ระยะและระดับในการขุดดินต้องตรงกับรูปแบบที่ได้ระบุไว้ ระดับกันหลุมของงานขุดดินต้องอยู่ในระดับที่ถูกต้องแน่นอน

1. งานขุดดินสำหรับการก่อสร้างอาคาร รวมความถึงงานขุดมวลวัสดุที่ปะปนอยู่ในดินตามธรรมชาติของดินทัวไป
2. มวลวัสดุที่ต้องการขุดทั้งหมดสำหรับการแต่งชั้นดินรอบอาคาร ต้องตรงตามรายการละเอียด
3. มวลวัสดุที่ขุดขึ้นมา หากวิศวกรพิจารณาแล้วเห็นว่าไม่เหมาะสม สำหรับการถมดินผู้รับเหมาต้องจัดการขนย้ายออกจากสถานที่ก่อสร้าง

ข. การขุดดินฐานราก

1. ต้องจัดการหล่อฐานรากทันทีหลังจากที่การขุดดินสำหรับฐานรากได้เสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อหล่อฐานรากเรียบร้อยแล้ว การถมดินกลบฐานรากเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้รับเหมา
 2. ในกรณีที่ขุดพบโบราณวัตถุ ผู้รับเหมาจะต้องแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบทันทีและโบราณวัตถุที่ขุดได้จะต้องตกเป็นสมบัติของผู้ว่าจ้างทั้งสิ้น
 3. ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมสูบน้ำออกจากบริเวณก่อสร้างตลอดเวลา และต้องไม่ทำให้อาคารที่กำลังก่อสร้างเสียหาย
- ค. การขุดร่องหรือคู
- ต้องระมัดระวังในการขุดร่องหรือคูระบายน้ำที่รวมอยู่ในอาคาร ตลอดจนการบำรุงรักษาและต้องไม่ทำให้ฐานรากเสียหายด้วย
- ง. พื้นคอนกรีตวางบนผิวดิน
- ชั้นดินที่รองรับพื้นคอนกรีตจะต้องเป็นดินอัดแน่นตามที่ได้ระบุ และต้องอยู่ในระดับที่ได้แสดงไว้ในรูปแบบ

6006 การถมดิน และการกลบเกลี่ยดิน

การถมดินจะต้องได้ระดับที่เหมาะสม เพื่อการทรุดและทรงตัวของมวลดิน ผู้รับเหมาต้องจัดการให้ได้ระดับสุดท้ายตรงตามรูปแบบ

- ก. วัสดุ

วัสดุที่ใช้และกลบเกลี่ยต้องประกอบด้วยดินที่เหมาะสม ในกรณีที่ใช้ดินที่ขุดจากบริเวณสถานที่ก่อสร้างจะต้องได้รับการอนุมัติจากวิศวกรก่อน และผู้รับเหมาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการนำดินจากที่อื่นมาถมแทน

- ข. การจัดปรับระดับ

ก่อนการถมดินและการกลบเกลี่ยดิน พื้นที่ในบริเวณนั้นต้องอยู่ในสภาพที่เรียบร้อยแล้วได้ระดับตามแนวนอน และใช้เครื่องมืออัดแน่นตามที่ได้ระบุไว้ แต่ต้องไม่เป็นอันตรายต่อโครงสร้างอื่นหรือส่วนของอาคารที่อยู่ใกล้เคียง

6007 การถมด้วยดิน กรวด หรือทราย

- ก. การถมประกอบด้วยทราย กรวด และหินตามรายละเอียดในหมวดคอนกรีต
- ข. การถมด้วยหิน กรวด หรือทรายต้องเตรียมและจัดทำตามขนาดและความหนาที่ได้ระบุไว้ในรูปแบบ
- ค. มวลวัสดุที่ใช้ถมต้องมีคุณสมบัติในการควบคุมความชื้นของฐานรากได้พอเหมาะด้วย ต้องมีการรมวิธีตามคำแนะนำของบริษัทที่ปรึกษา โดยคำนึงถึงความหนาและรูปร่างของมวลที่ใช้ถม
- ง. หลังจากการอัดแน่นแล้วต้องมีการตรวจสอบความหนาแน่นตามมาตรฐาน วสท.

หมวด 7 งานพื้นคอนกรีตอัดแรง

7001 ทัวไป

ข้อกำหนดในหมวดนี้ครอบคลุมงานก่อสร้างส่วนพื้นซึ่งทำด้วยคอนกรีตโดยที่มีการเสริมเหล็กเสริมแรงดึงสูงและ/หรือเหล็กเสริมธรรมดา และมีการดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูงภายหลังเพื่ออัดแรงคอนกรีต

7002 วัสดุ

ก. คอนกรีต

1. วัสดุ

วัสดุที่ใช้ในการผสมคอนกรีตโดยทั่ว ๆ ไป ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวด 4 นอกจากนี้จะต้องได้ตามข้อกำหนดต่อไปนี้

น้ำยาผสมคอนกรีต (Admixture)

น้ำยาผสมคอนกรีตที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM C 260-73 และ ASTM C 494-71 และต้องไม่มี Chlorides, Nitrates, Sulphates หรือสารอื่นที่มีผลเสียต่อเหล็กเสริมแรงดึงสูง

นอกจากนี้จะต้องไม่มีผลเสียต่อคุณสมบัติระยะยาวของคอนกรีตทั้งด้านกำลัง การหดตัว (Shrinkage) และการคืบ (Creep) ให้ส่งเอกสารแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีใช้น้ำยาผสมตลอดจนคุณสมบัติต่าง ๆ พร้อมทั้งระบุผลการใช้งานสำคัญที่ผ่านมา

2. ส่วนผสม

ผู้รับจ้างต้องแสดง Mix Design พร้อมผลการทดลองยืนยันว่าได้กำลัง ตามที่ระบุในแบบ นอกจากนี้ส่วนผสมที่ใช้จักต้องอยู่ในเกณฑ์ต่อไปนี้

ปริมาณซีเมนต์ต้องไม่ต่ำกว่า 350 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แต่ไม่เกิน 430 กก./ลบ.ม.

ขนาดใหญ่ที่สุดของมวลหยาบ ต้องไม่เล็กกว่า 20 มม. หากใช้ปี้มคอนกรีตต้องเสนอรายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

3. กำลังของคอนกรีต

กำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตทรงกระบอก เมื่ออายุ 28 วัน ให้เป็นไปตามที่ระบุในแบบ กำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตดิ่งลวดต้องไม่ต่ำกว่า 75% ของกำลังประลัย เมื่อ 28 วัน แต่ไม่ต่ำกว่า 240 กก./ตร.ซม.

4. การควบคุมคุณภาพของคอนกรีต

ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวด 4

ข. เหล็กเสริมแรงดึงสูง

เหล็กเสริมแรงดึงสูงต้องเป็นชนิด Seven Wire-Stress relieved Uncoated Strand เกรด 270 ksi Normal Relaxation มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM A416-74 หรือเทียบเท่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุเป็น 12.7 มม. (1/2 นิ้ว)

ค. เชือกเหล็กที่มีการยึดเหนี่ยว (Bonded Tendons)

1. วัสดุหุ้ม

- วัสดุหุ้มสำหรับเชือกเหล็กที่มีการยึดเหนี่ยวต้องมีความแข็งแรงและทนทานต่อความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง และสามารถป้องกันน้ำปูนจากคอนกรีตได้ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในต้องมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเชือกเหล็กไม่น้อยกว่า 6.5 มม. และมีพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 2.0-2.5 เท่า ของพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมแรงตั้งสูงในแต่ละเชือกเหล็ก วัสดุหุ้มต้องสามารถถ้ายแรงจากเชือกเหล็กไปยังพื้นคอนกรีตตลอดความยาวของเชือกเหล็กได้ วัสดุหุ้มนี้จะต้องเป็นชนิด Corrugate ที่ผลิตจาก Galvanize Steel และต้องมีความยาวแต่ละท่อนต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 20 เมตร
2. การอัดน้ำปูน (Grouting)
- วัสดุที่ใช้ในการอัดน้ำปูนให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวด 4 อัตราส่วนระหว่างน้ำต่อซีเมนต์ที่ใช้ในการผสมน้ำอัดปูนต้องไม่เกิน 0.45 และกำลังอัดประลัยของแท่งคอนกรีตทรงกระบอกต้องไม่ต่ำกว่ากำลังรับแรงอัดประลัยของพื้นอัดแรง
- ง. เชือกเหล็กไร้การยึดเหนี่ยว (Unbonded Tendons)
1. สารอาบเหล็กเสริมกันการกัดกร่อน
- สารที่ใช้อาบกันการกัดกร่อนของเหล็กเสริมแรงตั้งสูงต้องเป็นจารบีชนิดที่มีความคงทนในระยะยาว ในช่วงอุณหภูมิใช้งาน ต้องมีเอกสารแสดงผลการใช้งานหรือผลการทดลอง
2. วัสดุหุ้มกันการยึดเหนี่ยว
- วัสดุหุ้มเชือกเหล็กอาจเป็นกระดาษพันชนิดเสริมใย (Fibre Reinforced Kraft Paper) หรือท่อหุ้ม ในกรณีที่เป็นกระดาษพันต้องมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 170 gsm. มีความเหนียวทนต่อการฉีกขาด การพันต้องพันทาบกันไม่ต่ำกว่า 3 ชั้น ต้องทนต่อความชื้นและต้องป้องกันการรั่วซึมของน้ำปูนได้โดยสิ้นเชิง สำหรับท่อหุ้ม ต้องเป็นชนิด Polyethylene ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 14 มม. ความหนาของท่อต้องไม่น้อยกว่า 1 มม.
- อย่างไรก็ตาม หากมีเกณฑ์กำหนดที่สำคัญอย่างอื่นเป็นตัวตัดสิน วิศวกรสงวนไว้ซึ่งสิทธิที่จะเลือกใช้หรือไม่เลือกใช้วัสดุหุ้มอย่างใดอย่างหนึ่งข้างต้นนี้ได้
- การอาบเหล็กเสริมด้วยจารบี ต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตจารบี กรรมวิธีที่ใช้ต้องสามารถทำให้อาบผิวเหล็กเสริมด้วยจารบีได้สม่ำเสมอในปริมาณที่เพียงพอที่จะป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กเสริมแรงตั้งสูงได้ ตลอดระยะเวลาใช้งานของโครงสร้าง
3. การทดสอบคุณภาพ
- ให้ทดสอบตัวอย่างเหล็กเสริมแรงตั้งสูง ทางด้านกำลังโดยทดสอบตามผู้ควบคุมงานเห็นสมควร แต่ต้องทดสอบไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง ต่อพื้นที่แต่ละชั้นที่มีพื้นที่น้อยกว่า 2000 ตารางเมตร สำหรับพื้นที่ที่มากกว่าให้เทียบตามส่วน ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการนี้เป็นภาระของผู้รับเหมาแต่ผู้เดียว
- สำหรับคุณสมบัติ Modulus of Elasticity และ Relaxation นั้น ให้ผู้รับเหมาเสนอผลรับรองคุณภาพจากผู้ผลิต อย่างไรก็ตาม ผู้ออกแบบสงวนสิทธิที่จะขอให้ผู้รับเหมาทำการทดสอบคุณสมบัติในกรณีที่เป็น โดยค่าใช้จ่ายของผู้รับเหมา
- จ. สมอยึด (Anchorage)
- สมอยึดต้องทำด้วยวัสดุคุณภาพดี มีมิติต่าง ๆ ตรงตามมิติที่กำหนดไว้ในแบบ รายละเอียดของผู้ผลิตภายใต้ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5%

สมอยึดสำหรับเชือกเหล็กที่มีการยึดเหนี่ยว (Bonded Tendon) และเชือกเหล็กไร้การยึดเหนี่ยว (Unbonded Tendon) ต้องสามารถถ่ายแรงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 และ 95 ของแรงดึงประลัยระบุของเชือกเหล็กในสภาพไร้การยึดเหนี่ยวตามลำดับ และสมอยึดต้องสามารถยึดเหล็กไว้ด้วยแรงดังกกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้าง นอกจากนี้ต้องมีคุณสมบัติกำลังลาเพียงพอโดยที่สามารถรับแรงกระทำครบวงจรจาก 60%-60%-60% ของกำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมอัดแรงจำนวน 500,000 รอบ โดยไม่วิบัติ และสามารถรับแรงกระทำครบวงจรจาก 40%-80%-40% ของกำลังดึงประลัยของเหล็กเสริมอัดแรงจำนวน 50 รอบ โดยไม่วิบัติ การทดสอบดังกล่าวนี้อาจใช้เกณฑ์มาตรฐานที่เชื่อถือได้และเทียบเท่า

ผู้รับเหมาต้องเสนอแบบพร้อมรายละเอียด (ส่วนผสมทางเคมี คุณสมบัติต่าง ๆ) ของสมอยึดตลอดจนแสดงผลการทดลองคุณภาพของสมอยึดซึ่งผลิตจากแหล่ง และด้วยกรรมวิธีเดียวกันกับของที่ใช้ในการก่อสร้างนี้ ในกรณีที่มีปัญหา วิศวกรสงวนไว้ซึ่งสิทธิ์ที่จะให้มีการทดสอบสมอยึด โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ นั้น ผู้รับเหมาต้องรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว

ฉ. เหล็กเสริมธรรมดา

ให้เป็นไปตามข้อกำหนด ในหมวด 3

ช. เหล็กรูปพรรณ

ให้เป็นไปตามข้อกำหนด ในหมวด 5

ฉ. การกองเก็บวัสดุ

สำหรับเหล็กเสริมแรงดึงสูง ให้กองเก็บบนพื้นที่ยกสูงเพียงพอที่ปลอดภัยจากความเปียกชื้นและมีหลังคาปกคลุม ต้องแยกกองเหล็กเสริมแรงดึงสูงจากกองวัสดุอื่น ๆ โดยเด็ดขาดสำหรับวัสดุอื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

7003 ระบบอัดแรง

ระบบอัดแรงที่ใช้ต้องได้คุณภาพมาตรฐาน ต้องมีปฏิกิริยาไฮดรอลิกที่สามารถให้ความดันสม่ำเสมอมีระบบตั้งความดันสุดท้าย และมีมาตรวัดความดันที่ละเอียดพอและใช้งานได้ดี

7004 การก่อสร้าง

ก. แผนงาน ขั้นตอนการก่อสร้าง และ Shop Drawing

ให้ผู้รับจ้างเสนอแผนงาน ขั้นตอนการก่อสร้าง รายการคำนวณ (ให้พิจารณาค่า Loss ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วย) และ Shop Drawing สำหรับพื้นที่คอนกรีตอัดแรงทุกชั้น ที่ไม่ซ้ำแบบกันเพื่อให้วิศวกรเห็นชอบก่อนดำเนินการ ทั้งนี้ต้องเสนอก่อนเริ่มลงมือก่อสร้างไม่น้อยกว่า 20 วัน ก่อนดำเนินการก่อสร้าง Post-Tension ให้ผู้รับจ้างแจ้งรายชื่อวิศวกรผู้รับผิดชอบในการออกแบบซึ่งมีวุฒิไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกรโยธา พร้อมทั้งสำเนาใบ ก.ว. และลายเซ็นรับรอง นอกจากนี้ใน Shop Drawings ทุกแผ่นจะต้องมีลายเซ็นวิศวกรผู้ออกแบบกำกับด้วย

ข. แบบและค้ำยัน

แบบและค้ำยันให้เป็นไปตามข้อกำหนด ในหมวด 2 ขั้นตอนการถอดแบบและค้ำยันกลับต้องเสนอในแผนงาน ขั้นตอนการก่อสร้างดังกล่าวในหัวข้อที่แล้ว

ค. การวาง Tendon และการติดตั้งสมอยึด (Anchorage)

การวาง Tendons ต้องให้ได้ตำแหน่งถูกต้องทั้งระดับและระยะในระนาบตามแบบ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินค่าต่อไปนี้

ระดับ ไม่เกิน ± 4 มม.

ระยะในระนาบ ไม่เกิน ± 20 มม.

ให้ยึด Tendon อย่างมั่นคงด้วย bar chair ซึ่งวางระยะห่างไม่เกิน 1.00 ม. โดยทั่วไป และไม่เกิน 0.50 ม. ที่บริเวณใกล้หัวเสา เหล็ก bar chair ให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 9 มม. (หรือเทียบเท่าด้านสติฟเนส) และเหล็กรองรับลวดเกลียวให้ใช้ขนาดไม่เล็กกว่า 12 มม. (หรือเทียบเท่าด้านสติฟเนส)

ในการขยายหรือลู่เปลี่ยนตำแหน่งของ tendon ในระนาบให้กระทำโดยให้มุมที่เปลี่ยนไปเกิดขึ้นน้อย ๆ ทั้งนี้ต้องไม่ให้เกิด friction loss เพิ่มขึ้นมากอันจะเป็นผลเสียหายต่อโครงสร้างได้ โดยทั่วไปให้มุมเปลี่ยนไปเกิน 10 องศา

แนว tendon ตรงสมอยึดต้องทำมุมจากกับระนาบของแป้นสมอยึด การวาง tendon ต้องระมัดระวังมิให้วัสดุหุ้มเสียหาย หากวัสดุหุ้มเสียหายเล็กน้อย ให้ทำการซ่อมแซมโดยวิธีการที่เหมาะสมให้ได้สภาพที่ใช้งานได้เหมือนเดิม แต่หากวัสดุหุ้มเสียหายมาก ซึ่งอาจทำให้มีผลเสียต่อกำลังหรือคุณภาพของโครงสร้างในภายหลังก็ให้ทำการเปลี่ยนใหม่

สมอยึดต้องติดตั้งให้มั่นคง โดยที่ระนาบของแป้นสมอยึดทำมุมจากกับแนวแรงที่จะดึง

ง. คอนกรีตหุ้มป้องกันไฟ

ให้ใช้คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมแรงตั้งสูงไม่น้อยกว่า 3.0 เซนติเมตร สำหรับสมอยึด ให้ใช้คอนกรีตหุ้มไม่น้อยกว่า 4 เซนติเมตร

จ. รอยต่อการก่อสร้าง (Construction Joint)

ให้เสนอรายละเอียดรอยต่อระหว่างการก่อสร้างเพื่อพิจารณาอนุมัติ ในกรณีที่มีรอยต่อการก่อสร้างส่วนของพื้นที่ซึ่งหล่อในเวลาต่างกันเกิน 1 เดือน ให้ใช้มาตรการที่เหมาะสมป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดแก่วัสดุหุ้มและจากการเกิดสนิมของ tendon ได้ หากใช้ชนิดกระดาษพื้น จะต้องเอาพลาสติกกันทับ tendon ส่วนที่ยังไม่มีคอนกรีตหุ้ม เพื่อป้องกันความเสียหายจากความชื้นจากฝน หรือจากสาเหตุอื่น ๆ

ฉ. การป้องกันอันตรายจากการเชื่อม

ในกรณีที่ต้องทำการเชื่อมในที่ที่ใช้มาตรการที่เหมาะสม ป้องกันไม่ให้ลูกไฟกระเด็นไปถูก tendon หรือสมอยึดได้เป็นอันตราย ห้ามใช้เหล็ก tendon เป็นวัสดุสำหรับ ground เป็นอันตราย

ช. งานคอนกรีต

งานต่าง ๆ เกี่ยวกับคอนกรีต เช่น การผสม การลำเลียงคอนกรีต การเทคอนกรีต การเขย่าคอนกรีต ตลอดจนการบ่ม ให้เป็นไปตามข้อกำหนดในหมวด 4 ในการเทคอนกรีตให้พยายามหลีกเลี่ยงการเหยียบ tendon จมลงโดยเฉพาะบริเวณรัศมี 1 เมตร รอบหัวเสาคอนกรีตบริเวณสมอยึดและบริเวณหัวเสาต้องมีคุณภาพดีเป็นพิเศษ จึงควรให้ความเอาใจใส่หมักในการเทคอนกรีตและการเขย่าให้แน่นในบริเวณเหล่านั้น

ซ. การอัดแรง

1) การ Calibrate เครื่องดึง

เครื่องดึงพร้อมอุปกรณ์ต้องได้รับการ Calibrate จากสถาบันที่เชื่อถือได้อย่างน้อย

ทุก 4 เดือน หรือเมื่อผู้ควบคุมงานเห็นสมควร

2) ผู้รับเหมาต้องเสนอแผนการอัดแรง (เช่น ลำดับการดึงเหล็ก การดึงจากปลายเดียว หรือสองปลาย เป็นต้น) รวมทั้งระยะยึดของ tendon แต่ละชุดที่ต่างกัน เพื่อให้วิศวกรผู้ออกแบบตรวจสอบและอนุมัติ

- 3) ให้คำนึงถึงผลของการเหนี่ยวนำขององค์อาคาร เช่น เสา ผนังฯ ที่มีต่อการหดตัวของแผ่นพื้นในวิธีการก่อสร้าง หากผลดังกล่าวอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์อาคารส่วนใดส่วนหนึ่งในระยะยาวได้ ผู้รับเหมาต้องใช้มาตรการที่เหมาะสมป้องกันเสียก่อนในระหว่างก่อสร้าง เช่น การทำ column pocket หรือ column hinge หรือใช้ขั้นตอนการก่อสร้างที่เหมาะสม เป็นต้น โดยต้องเสนอรายละเอียดมาเพื่อพิจารณา ค่าใช้จ่ายอันอาจเพิ่มขึ้นจากผลดังกล่าวเป็นการรับผิดชอบของผู้รับเหมาแต่ผู้เดียว
 - 4) ให้ทำเครื่องหมายเพื่อตรวจสอบระยะยึดของ tendon ได้ละเอียดถูกต้อง
 - 5) ก่อนทำการดึงให้ทำความสะอาดรอยยึดโดยเฉพาะบริเวณที่จับลิ้ม และให้ใส่ลิ้มยึด tendon ให้กระชับ โดยใช้ท่อกลวง (หรืออุปกรณ์อื่นที่เหมาะสม) ตอกอัด ฟิงระมัดระวังให้ลิ้มฝังเข้าไปในรอยยึดเท่า ๆ กัน
 - 6) ต้องใช้มาตรการเพื่อป้องกันอันตรายอันอาจเกิดจากการดึงเหล็กได้
 - 7) ให้ดึงเหล็กเสริมอัดแรงเส้นละ 75% ของกำลังดึงประลัย นอกจากจะระบุเป็นอย่างอื่นในแบบ
 - 8) แรงดึงที่ได้ซึ่งเทียบจากมาตรวัดความดันให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน +5% และระยะยึดให้ผิดพลาดได้ไม่เกิน +5% จากค่าที่กำหนด ในข้อ 4 ซ.(2)
 - 9) ให้บันทึกรายละเอียดการดึงเหล็กเสริมแรงดึงสูงรวมทั้งความผิดปกติที่เกิดขึ้น (ถ้ามี) และให้เสนอวิศวกรผู้ออกแบบภายใน 3 วัน หลังจากการอัดแรง
 - 10) ภายหลังเสร็จสิ้นการอัดแรงแล้ว ลิ้มแต่ละตัวที่ยึด tendon ต้องมีผิวหน้าห่างจากระนาบของเส้นสมอยึดเท่า ๆ กัน
- ฉ. การต่อขึ้นส่วนคอนกรีตอัดแรงและคอนกรีตธรรมดา
สำหรับพื้นคอนกรีตอัดแรงที่ต่อเนื่องกันพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กธรรมดาให้ทำการก่อสร้างพื้นคอนกรีตอัดแรงก่อน แล้วจึงหล่อส่วนที่เป็นคอนกรีตธรรมดาได้
- ญ. การตัดปลายเหล็กเสริมอัดแรงและการอุดปูนหุ้มสมอยึด
ภายหลังจากการอัดแรงได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานแล้ว ให้ตัดปลายเหล็กเสริมอัดแรงด้วยไฟเบอร์โดยให้มีปลายเหล็กเสริมอัดแรงโผล่ออกมาราว 1 เซนติเมตร ห้ามใช้ก๊าศตัดเป็นอันตราย ให้ทำการอุดปูนทรายหุ้มสมอยึดโดยเร็วที่สุดที่จะทำได้ ในกรณีที่ยังทำไม่ได้ ด้วยเหตุผลใดๆ ก็ตาม ให้ทำการทาสมอยึดด้วยฟิล์มหรือโคมหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม โดยจะต้องเสนอเพื่อพิจารณาอนุมัติเสียก่อน ปูนทราย (หรือวัสดุอื่น) ที่ใช้หุ้มปลายสมอยึดต้องไม่เกิดรอยร้าวและสามารถกันความชื้นได้อย่างสมบูรณ์ตลอดอายุการใช้งานให้เสนอส่วนผสมเพื่อพิจารณาอนุมัติ

หมวด 8 ระบบกันซึม (WATERPROOF SYSTEM)

8001 ขอบเขตของงาน

ส่วนประกอบที่รวมในมาตรฐานนี้: การจัดเตรียมแรงงาน วัสดุ การทำงาน และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบกันซึมด้วยระบบการตกผลึกในเนื้อคอนกรีต (Concrete Waterproofing by Crystallization) ซึ่งลักษณะโครงสร้างคอนกรีตที่ต้องทำการติดตั้งงานระบบกันซึมมีดังต่อไปนี้

- ก. พื้นคอนกรีตที่สัมผัสดินโดยตรง หรือพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าระดับดิน
- ข. พื้นและผนังโครงสร้างคอนกรีตที่ซึ่กักเก็บน้ำ หรือสัมผัสกับน้ำโดยตรง ทั้งที่อยู่เหนือระดับดิน และต่ำกว่าระดับดิน
- ค. พื้นห้องน้ำ พื้นระเบียงและพื้นเฉลียงนอกอาคาร
- ง. พื้นหลังคาตาดฟ้าคอนกรีต รางน้ำคอนกรีต
- จ. พื้นที่โครงสร้างอื่น ๆ ที่ต้องการกันน้ำถาวร

8002 ข้อกำหนดทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องส่งรายละเอียด ข้อกำหนดคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ ข้อมูลทางเทคนิค ข้อเสนอแนะการติดตั้ง และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับสินค้าของตนตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการเพื่อพิจารณาตรวจสอบ

ผู้รับจ้างต้องจัดทำ Shop Drawing เพื่อให้ผู้ควบคุมงานตรวจสอบโดยแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ก. อัตราความลาดเอียงและทิศทางการไหลของน้ำของหลังคาและรางน้ำแต่ละส่วน
- ข. การติดตั้งบริเวณรอยต่อของอาคาร (ถ้ามี)
- ค. การทำ Flashing ในแต่ละแห่ง
- ง. แบบขยายอื่น ที่เกี่ยวข้องหรือจำเป็นตามที่ผู้ควบคุมงานต้องการ

8003 วัสดุ

ระบบหลัก (WATERPROOFING BY CRYSTALLIZATION)

ระบบกันซึมด้วยวิธีการตกผลึกในเนื้อคอนกรีต (Crystalline waterproofing system) ที่สามารถทำงานได้หากคอนกรีตเปียกชื้น โดยผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบผงซีเมนต์แบบแห้งที่มีส่วนผสมระหว่างปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ ทรายละเอียด และสารเคมีเฉพาะตัว เมื่อผสมกับน้ำและทำการติดตั้งบนผิวคอนกรีต จะทำการแพร่ผ่านสารเคมีเข้าสู่เนื้อของคอนกรีต และทำหน้าที่เป็นสารเร่งปฏิกิริยา (Catalytic) ในการสร้างผลึกแบบทวีคูณ (Multiplicative Crystalline) ระหว่างความชื้นและสารเคมีที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชัน (Chemical Products and By-Products of Cement Hydration) เพื่อเติมเต็มรอยแตกและรูพรุนขนาดเล็กภายในเนื้อคอนกรีต ทำให้คอนกรีตมีคุณสมบัติป้องกันการแทรกซึมจากของเหลวในทุกทิศทาง ให้ผลในด้านการเพิ่มพูนความคงทนของคอนกรีต สามารถปกป้องคอนกรีตจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่ดีต่างๆ และช่วยยืดอายุการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีต โดยที่ผลึกยังคงอยู่ตลอดอายุการรับประกัน

คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

คุณสมบัติ	รายละเอียด	มาตรฐาน / ผลการทดสอบ
คุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของน้ำ	ทนทานแรงดันน้ำได้ไม่น้อยกว่า 123.4 เมตร บนคอนกรีตกำลัง 13.8 Mpa. การซึมผ่านไม่เกิน 30 มม.	US Army Corps of Engineering CRD-C48-72 DIN 1048
คุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของน้ำจากแรงดันด้านตรงกันข้าม	ป้องกันการซึมผ่านของน้ำจากแรงดันด้านตรงกันข้ามได้ไม่น้อยกว่า 4 บาร์ (เทียบเท่าความลึก 40 เมตร)	DIN 1048
คุณสมบัติในการสร้างผลึกแทรกซึมลึกเข้าไปในคอนกรีต	สามารถสร้างผลึกที่หนา เติบโตช่องว่างรูพรุนในคอนกรีตได้ลึกไม่น้อยกว่า 300 มม. ภายใน 1 ปี	An Enhancement in the Nature of Concrete with a Multiplicative Cement Crystal Type Concrete Material
คุณสมบัติการซ่อมแซมตัวเองและการปิดรอยแตกร้าวขนาดเล็ก	ผลึกที่เกิดขึ้นต้องมีความสามารถอุดรอยแตกร้าวขนาด ไม่น้อยกว่า 0.4 มม. ได้โดยไม่ต้องทำการซ่อมแซมใด ๆ เพิ่มเติม	ASTM C856-88
คุณสมบัติการใช้งานสัมผัสโดยตรงต่อน้ำดื่ม	ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพเมื่อใช้งานกับโครงสร้างที่สัมผัสน้ำดื่ม โดยตรง	NSF 61
คุณสมบัติการเพิ่มความคงทนต่อสารเคมี	PH 3-11 โดยผิวคอนกรีตได้ระดับน้ำไม่ถูกทำลาย	ASTM C-267-77
คุณสมบัติการป้องกันการซึมผ่านของ คลอไรด์	คลอไรด์ ไอออน สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในคอนกรีตได้น้อยกว่า 500 PPM ที่ความลึก 200 มม.	ASTM C672-76
คุณสมบัติการป้องกันคอนกรีต จากคาร์บอนชั่น	สามารถป้องกันคาร์บอนชั่นได้ดีกว่า ขึ้นตัวอย่างคอนกรีตทั่วไป ไม่น้อยกว่า 40 %	RILEM TC, CPC18
<p>หมายเหตุ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลัดส่วนของเถ้าลอย (FLY ASH) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต ต้องไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกระบวนการสร้างผลึกของผลิตภัณฑ์ - ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ต้องไม่ได้รับความเสียหายหรือเสื่อมสภาพจากความร้อนและ รังสี UV - ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานของ XYPEX, VANDEX, SIKA หรือเทียบเท่า 		

- ก. ระบบกันซึมงานใต้ดิน พื้น/ผนังให้ใช้ WATERPROOF BY CRYSTALLIZATION ชนิดพ่นที่มีคุณสมบัติความสามารถในการซ่อมแซมตัวเองและปิดรอยร้าวขนาดเล็ก (Crack healing) ได้ไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร ต้องสามารถรับแรงดันน้ำจากด้านตรงกันข้ามไม่ต่ำกว่า 4 บาร์ และในด้านที่สัมผัสน้ำไม่ต่ำกว่า 12 บาร์ ต้องสร้างผลึกที่บั้นน้ำแทรกซึมเข้าสู่คอนกรีตได้ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของวัสดุต้องไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของคอนกรีต สัดส่วนและชนิดของเถ้าลอย (Fly Ash) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลการทดสอบคุณสมบัติฉบับเต็มเท่านั้น มีระยะเวลารับประกันระบบ 15 ปี
- ข. ระบบกันซึมถึงเก็บน้ำเสีย ค.ส.ล. ใต้ดิน,พื้นและผนังภายในของบ่อบำบัดน้ำเสีย ให้ใช้ WATERPROOF BY CRYSTALLIZATION ชนิดพ่นที่มีคุณสมบัติความสามารถในการซ่อมแซมตัวเองและปิดรอยร้าวขนาดเล็ก (Crack healing) ได้ไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติการเพิ่มความคงทนต่อสารเคมี PH3-11 โดยผิวคอนกรีตที่ระดับน้ำไม่ถูกทำลาย ต้องสร้างผลึกที่บั้นน้ำแทรกซึมเข้าสู่คอนกรีตได้ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของวัสดุต้องไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของคอนกรีต สัดส่วนและชนิดของเถ้าลอย (Fly Ash) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลการทดสอบคุณสมบัติฉบับเต็มเท่านั้น มีระยะเวลารับประกันระบบ 15 ปี
- ค. ระบบกันซึมถึงเก็บน้ำดี ค.ส.ล. ทั้งใต้ดินและบนหลังคา, สระว่ายน้ำ ให้ใช้ WATERPROOF BY CRYSTALLIZATION ชนิดพ่นที่มีคุณสมบัติความสามารถในการซ่อมแซมตัวเองและปิดรอยร้าวขนาดเล็ก (Crack healing) ได้ไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร มีความปลอดภัยจากสารเคมีที่เป็นพิษ (Non-toxic) ต้องสามารถสัมผัสน้ำดื่มได้โดยตรง (Potable Water Exposure) โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ประสิทธิภาพของวัสดุต้องไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของคอนกรีต สัดส่วนและชนิดของเถ้าลอย (Fly Ash) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต ต้องสร้างผลึกที่บั้นน้ำแทรกซึมเข้าสู่คอนกรีตได้ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ประสิทธิภาพของวัสดุต้องไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของคอนกรีต สัดส่วนและชนิดของเถ้าลอย (Fly Ash) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลการทดสอบคุณสมบัติฉบับเต็มเท่านั้น มีระยะเวลารับประกันระบบ 15 ปี
- ง. ระบบกันซึมหลังคา ค.ส.ล. และรางน้ำ ค.ส.ล. ให้ใช้ CRYSTALLINE WATERPROOFING ADDITIVE ชนิดผสมในคอนกรีตที่โรงงานผู้ผลิต โดยประสิทธิภาพของวัสดุต้องไม่ขึ้นอยู่กับประเภทของคอนกรีต สัดส่วนและชนิดของเถ้าลอย (Fly Ash) หรือสารผสมเพิ่มพิเศษอื่น ๆ ที่ผสมในคอนกรีต มีคุณสมบัติความสามารถในการซ่อมแซมตัวเองและปิดรอยร้าวขนาดเล็ก (Crack healing) ได้ไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิเมตร ระบบไม่เกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพจากรังสียูวีในช่วงอุณหภูมิสูงถึง 130 C ให้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีผลการทดสอบคุณสมบัติฉบับเต็มเท่านั้น มีระยะเวลารับประกันระบบ 15 ปี และทาสีทับได้



8004 วิธีการดำเนินงาน

ก. การตรวจสอบ

- A: การตรวจสอบหน้างาน: ก่อนทำการติดตั้งวัสดุกันซึม ควรมีการนัดผู้ผลิตไปยังตำแหน่งที่ตั้งโครงการ โดยตัวแทนผู้ผลิตจะตรวจสอบและรับรองว่าผิวคอนกรีตมีลักษณะที่ยอมรับได้ก่อนทำการติดตั้งวัสดุกันซึม
- B: การยืนยันสภาพผิวคอนกรีต: เพื่อยืนยันความสะอาดของผิวคอนกรีตเพื่อให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับวัสดุที่ซึมวัสดุกันซึม
- C: ตรวจสอบหาปัญหา: ตรวจสอบผิวที่ทำการติดตั้งวัสดุกันซึมเพื่อหาคราบหรือรอยแตก ร้าวต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการก่อสร้างเพื่อทำการซ่อมแซมก่อนทำการติดตั้งวัสดุกันซึม

ข. การเตรียมติดตั้ง

- A: พื้นผิวคอนกรีต: ผิวคอนกรีตที่จะทำการติดตั้งวัสดุกันซึมจะต้องมีลักษณะที่เปิดเพื่อให้สามารถรับวัสดุกันซึมได้ โดยในแนวราบควรใช้แปรงขัดหยาบในการเตรียมผิว
- B: การเตรียมพื้นผิว: ในกรณีที่ผิวคอนกรีตเรียบที่อาจจะเกิดขึ้นจากการใช้แบบเหล็กหรือผิวคอนกรีตที่มีน้ำมันทาแบบอยู่จะต้องทำการล้างออกด้วยน้ำหรืออื่น ๆ เพื่อให้ผิวมีการดูดซึมที่ดี
- C: คอนกรีตเปียก: ก่อนทำการติดตั้งวัสดุกันซึมต้องทำให้ผิวคอนกรีตมีลักษณะชื้นก่อนเพื่อให้สาร Crystalline Chemicals สามารถเข้าไปในเนื้อคอนกรีตได้ ในกรณีที่มีน้ำขังจะต้องดำเนินการดูดซับน้ำที่บริเวณนั้นออกหมดก่อนเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ Crystalline ทำปฏิกิริยากับเนื้อคอนกรีตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ค. การป่นวัสดุกันซึมประเภท Crystalline Waterproofing

- A. ทิ้งไว้: ให้ทำการป่นหลังจากวัสดุกันซึมเริ่มแข็งตัวโดยจะไม่เสียหายจากน้ำที่พ่นลงไป ด้วยการพ่นน้ำ 3 ครั้งต่อ 1 วันเป็นเวลา 2-3 วัน หรือคลุมผิวที่ทำการติดตั้งด้วยวัสดุที่มีความชื้น ในกรณีที่อากาศร้อนให้ทำการพ่นน้ำมากกว่า 3 ครั้งต่อ 1 วัน เพื่อให้เพียงพอต่อการแห้งตัวที่มากเกินไปของชั้นเคลือบ
- B. การถ่ายเทอากาศ: ห้ามใช้แผ่นพลาสติกปูลงบนวัสดุกันซึมโดยตรง โดยควรมีพื้นที่ช่องว่างให้อากาศถ่ายเทซึ่งจำเป็นสำหรับการป่นในกรณีที่ติดตั้งในพื้นที่ที่อากาศไม่ถ่ายเท ควรติดตั้งพัดลมเพื่อช่วยในการป่น
- C. โครงสร้างกักเก็บ: สำหรับโครงสร้างคอนกรีต เช่น สระว่ายน้ำ เขื่อน ถังบำบัดน้ำเสีย หรือบ่อน้ำ ให้ทำการป่นวัสดุกันซึม เป็นเวลา 3 วันหลังจากนั้นให้รอ 12 วันก่อนที่ทำการเติมของเหลวลงไป สำหรับโครงสร้างที่กักเก็บของเหลวที่ร้อนและกักความร้อนให้ทำการป่นเป็นเวลา 3 วันและรอ 18 วันก่อนทำการเติมของเหลวลงไป
- D. การป้องกัน: ในระหว่างการป่น ให้ทำการป้องกันพื้นผิวที่ติดตั้งวัสดุกันซึมเพื่อป้องกันลม แสงแดด ฝน และอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 2 องศา กรณีที่ใช้แผ่นพลาสติกในการป้องกันแผ่นพลาสติกจะต้องมีช่องว่างให้อากาศถ่ายเทเข้าไปได้
- E. สารเคมีป่น ในกรณีที่ไม่สามารถป่นขึ้นได้ ให้ใช้สารเคมีช่วยในการป่นซึ่งถูกออกแบบให้สามารถใช้ร่วมกับ Crystalline Waterproofing ได้โดยมีการรับรองจากผู้ผลิต



- ง. การใช้ร่วมกับวัสดุอื่น
- การถมดิน: ห้ามทำการถมดินเป็นเวลา 36 ชม. หลังติดตั้ง ถ้าต้องถมดินภายใน 7 วันหลังจากติดตั้ง ให้ตรวจสอบสภาพว่ามีความชื้นของวัสดุเพียงพอ
 - สี, อีพ็อกซี หรือวัสดุเคลือบประเภทอื่น: ห้ามทำการทาสีหรือเคลือบวัสดุอื่นจนกว่าจะทำการบ่มวัสดุกันซึมและเช็ดตัวอย่างน้อยเป็นเวลา 21 วันก่อนทำการทาสีหรือติดตั้งวัสดุอื่นให้ทำพื้นผิวเปียกชื้นด้วยน้ำสะอาดแล้วทำการล้างด้วย 15% Muriatic acid โดยทำให้เจือจางตามอัตราส่วน กรด 1 ส่วน น้ำ 4 ส่วน โดยปริมาตร บนพื้นผิวที่ทำการเคลือบวัสดุกันซึม
 - Gout, Cement Parge Coat, Plaster หรือ Stucco: เนื่องจากคอนกรีตที่เคลือบด้วยวัสดุกันซึมระบบตกลึกจะมีลักษณะโครงสร้างผิวเรียบ เป็นผลมาจากการก่อตัวของผลึกซึ่งอาจมีผลในการยึดเหนี่ยวระหว่างวัสดุอาจลงน้อยลง ดังนั้นควรมีการใช้วัสดุยึดเหนี่ยวก่อนการติดตั้ง Gout, Cement Parge Coat, Plaster หรือ Stucco
 - การรับรองการใช้งานร่วมกับวัสดุอื่นที่ผู้ผลิตไม่มีการรับประกันในส่วนวัสดุประเภทอื่นที่ติดตั้ง ควรมีการทดสอบก่อน เพื่อให้ผ่านการยอมรับได้จากเจ้าของโครงการ
- จ. การควบคุมคุณภาพหน้างาน
- การสำรวจ: ห้ามทำการติดตั้งวัสดุกันซึมก่อนจะถูกสำรวจจากสถาปนิกหรือวิศวกร ตัวแทนผู้ผลิตวัสดุหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง
 - การทดสอบน้ำซัง
 - ทดสอบหลังจากติดตั้งวัสดุกันซึมเรียบร้อยแล้วก่อนที่จะทำการก่อสร้างส่วนอื่น
 - ช่องปิดน้ำ หรือท่อระบายน้ำ ให้เติมน้ำที่ความสูง 50 มม. หรือ 125 มม. บนวัสดุกันซึม
 - ซังน้ำไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
 - ถ้าพบรอยรั่วให้ทำการซ่อมแซมแล้วทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะไม่พบรอยรั่วอีก
- ฉ. การรับประกัน
- การรับประกันของผู้ผลิต: ผู้ผลิตจะต้องมีการรับประกันผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำโดยตัวแทนของบริษัทอย่างเป็นทางการโดยระบุวันและเวลานับจากวันที่ติดตั้งเสร็จสิ้น
 - การรับประกันของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างจะต้องมีการรับประกันการติดตั้งระบบกันซึมที่มีผลมาจากความผิดพลาดของแรงงานหรือวัสดุตั้งแต่วันที่ทำการติดตั้งเสร็จสิ้น การรับประกันจะรวมไปถึงผิวหน้าคอนกรีตที่ได้รับการติดตั้ง ส่วนที่ทำการซ่อมแซม และรอยรั่วที่เกิดขึ้นบนผิวของคอนกรีตที่ได้รับการติดตั้งระบบกันซึมที่ไม่เกี่ยวข้องจากความผิดพลาดของโครงสร้างและสาเหตุอื่นๆ อันเกิดจากภัยธรรมชาติ
 - ผู้รับจ้างและผู้ผลิต จะต้องรับประกันผลงานการติดตั้งร่วมกัน ตลอดระยะเวลาการรับประกันผลงาน
 - ระยะเวลาในการรับประกัน: ระยะเวลาในการรับประกันของระบบต้องไม่น้อยกว่า 15 ปี และต้องมีผล การทดสอบและผลงานอ้างอิงจากหน้าที่มีอายุเทียบเท่าหรือมากกว่า เพื่อเป็นการรองรับอายุการรับประกันของผู้ผลิตและผู้รับจ้าง